

Bányászati és Kohászati Lapok

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ



BUDAPEST

2013/3.
146. évfolyam
1-28. oldal



BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

Alapította: PÉCH ANTAL 1868-ban



**Hungarian Journal of
Mining and Metallurgy
OIL AND GAS**

**Ungarische Zeitschrift für
Berg- und Hüttenwesen
ERDÖL UND ERDGAS**

Címlap:

Hidraulikus-konténeres
fúróberendezés

Kiadó:

Országos Magyar Bányászati
és Kohászati Egyesület
1051 Budapest, Október 6. u. 7.

Felelős kiadó:

Dr. Nagy Lajos,
az OMBKE elnöke

Felelős szerkesztő:

Dallos Ferencné

A lap a

MONTAN-PRESS

Rendezvényszervező, Tanácsadó
és Kiadó Kft.
gondozásában jelenik meg.

1027 Budapest, Csalogány u. 3/B
Postacím: 1255 Budapest 15, Pf. 18
Telefon/fax: (1) 225-1382
E-mail: montanpress@t-online.hu

Belső tájékoztatásra készül!

HU ISSN 0572-6034

A kiadvány a MOL Nyrt. támogatásával jelenik meg.

Kőolaj és Földgáz 2013/3. szám

TARTALOM

FEDERER IMRE PhD – KAPUVÁRI ISTVÁN:

A beáramlási tűrés meghatározásának módszere 1

TRÖMBÖCZKY SÁNDOR:

A hazai kőolaj- és földgázkutatásról 9

Id. ŐSZ ÁRPÁD:

Különleges fúrási, kútkiképzési, kútjavítási technológiák,
anyagok és eszközök – 1. Fúrás béléscsővel 14

Nekrológ 27

Egyesületi hírek 28

Szerkesztőbizottság:

dr. CSÁKÓ DÉNES, dr. FECSER PÉTER, id. ŐSZ ÁRPÁD

A beáramlási tűrés meghatározásának módszere

ETO: 622.24

A tanulmány vizsgálja a mélyfúrásokban a nyitottfűrőlyuk-szakaszra jellemző beáramlási tűrés nagyságát meghatározó tényezőket. Tényleges kútviszonyok alapján számításokat végez a beáramlások értékének meghatározására különböző differenciális nyomások és formáció-áteresztőképesség értékek mellett. Javaslatot tesz egy típus kútszerkezet esetén a beáramlási tűrés meghatározására.

Bevezetés

A beáramlási tűrés a biztonsági beléscsősaru mélységét meghatározó egyik legjelentősebb tényező, amelynek megfelelő biztonsággal való szám-bavétele biztosítja a következő fúrási szakaszban a kút integritását.

A tanulmány beáramlási számításokat végez különböző kútviszonyok mellett a fűrőlyukba belépő rétegfluidum mennyiségének meghatározására különböző áteresztőképességű formáció esetén. Vizsgálja a beáramlási viszonyok alakulását a beáramlást befolyásoló további tényezők hatásának megállapítása szempontjából, úgymint a fűrőlyukban kialakuló lyuktalpi nyomáskülönbség, a nyitott termelőformáció hossza és a beáramlási idők tekintetében. A beáramlások vizsgálata alapján a különböző kútviszonyok mellett meghatározza a beáramlási tűrés értékét, vizsgálja továbbá, hogy különböző közetreperztési nyomásoknál és különböző beáramlási tűrésértékeknél hogyan változik a beléscsősaru mélysége, ami a kút integritását biztosítja. A tényleges kútviszonyok alapján számításokat végez a beáramlási tűrés meghatározására.

Nyomásviszonyok a fűrőlyukban

A biztonsági beléscsősarut úgy kell elhelyezni, hogy a nyitottfűrő-

lyuk-szakaszban lévő formációk ellenálljanak a következő fűrőlyuk-szakasz mélyítése során a fűrőlyukban fellépő maximális nyomásnak.

A kútban kialakuló nyomásvi-szonyokat leginkább befolyásoló tényezők az iszap hidrosztatikai nyomása, a formációnyomás, a közet repesztési nyomása, a beáramlás mennyisége, a kialakuló dinamikus lyuktalpi nyomás, valamint a beáramló fluidum összetétele, melyek meghatározását a megkutatottság mértékétől függően a mélyfúrásoknál megfelelő pontossággal végzik.

Beáramlási tűrés meghatározása

A beáramlási tűrés, azaz a beáramlás mennyisége annyi lehet, amennyi a beléscsősaru alatti közet felreperztése nélkül biztonsággal kiöblíthető. A beléscsősaru mélységének meghatározására irányelveket adó szabályzat [1] nem terjed ki a beáramlási tűrés mértékének meghatározására.

A tervezés során a leggyengébb pontként a beléscsősarunál lévő formációt tekintjük. A számítások a legkedvezőtlenebb helyzetet, gázbeáramlást tételeznek fel. Ha bármely beáramlási tűrést meghatározó tényező megváltozik, a beáramlási tűrés értékét újra kell számolni.

A beáramlási tűrés meghatározó tényezői a következő lyukszakaszban fellépő formációnyomás, a be-



FEDERER IMRE, PhD

okl. olajmérnök,
egyetemi docens,
Miskolci Egyetem,
Kőolaj és Földgáz Intézet.



KAPUVÁRI ISTVÁN

okl. olajmérnök,
Nabors Drilling International.

áramló rétegfluidum sűrűsége, az alkalmazott fűrőiszap sűrűsége, a repesztési nyomás a beléscsősarunál, a fűrőlyukméret- és szerszám-összeállítás, a kút típusa: kutató vagy termelő.

A kút tervezését arra az esetre kell végezni, amikor a fűrőlyukban a beléscsősarunál a legnagyobb nyomás alakul ki.

A beáramlási tűrés számításának módszere

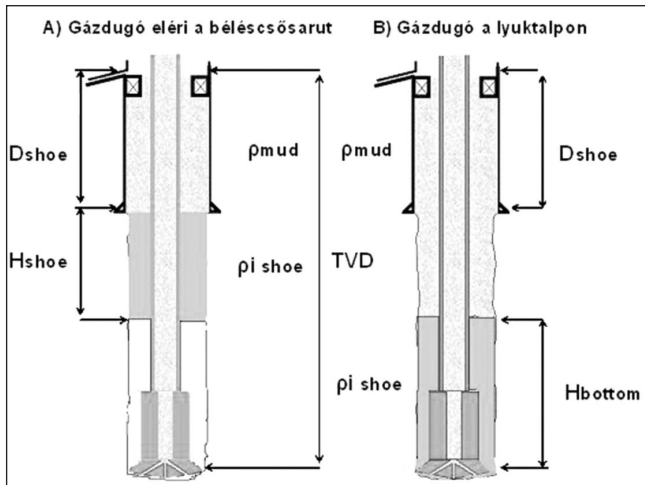
A beléscsősaru-nyomás attól függ, hogy milyen hosszú gázdugó alakul ki a nyitott lyukszakaszban, és mekkora a beáramlás sűrűsége [2] (1. ábra).

A kútlezáráskor a beáramlott térfogat a gyűrűstérben elhelyezkedve – ha csak a kút geometriai viszonyait vesszük figyelembe – a leghosszabb, ugyanis a súlyosbító és a nyitott fűrőlyuk gyűrűstere mindig kisebb, mint a fűrőcső és a nyitott fűrőlyuk gyűrűstere.

A sarunál általában hosszabb gázdugó alakul ki a gáz kiöblítése során akkor, ha a nyitott lyukszakasz hosszú. Ekkor a gázdugó

hossza a térfogati viszonyok miatt rövidül ugyan, de az expanzió növeli a gázdugó térfogatát és hosszát. Ha ez a térfogat-növekedés nagyobb, mint a gyűrűstér fajlagos térfogata miatt létrejövő térfogatcsökkenés, akkor a gázdugó a sarunál nagyobb nyomást ad, amikor a gáz eléri a sarut, mint amikor a lyuktalpon helyezkedik el.

1. ábra: A beáramlási tőrés meghatározása a gázdugó helyzetének megfelelően



Az első lépésben meg kell határozni a gázdugó hosszát, amikor az a lyuktalpon helyezkedik el, továbbá, amikor eléri a béléscsősarut.

A gázdugó teteje eléri a béléscsősarut

Az alábbi számítások során használatos jelölések:

P_{shoe}	sarunyomás (bar)
P_{form}	formációnyomás (bar)
$P_{shoemax}$	a sarunál megengedett legnagyobb nyomás (bar)
D_{shoe}	sarumélység (m)
LOP	Leak-off nyomás (bar)
P_{safety}	biztonsági nyomástöbblet (bar)
H_{shoe}	gázdugó hossza a sarunál (m)
H_{bottom}	gázdugó hossza a formációnál (m)
ρ_{mud}	iszapsűrűség (kg/l)
$\rho_{i, shoe}$	a gázdugó sűrűsége, amikor a gázdugó teteje eléri a sarut (kg/l)
$\rho_{i, bottom}$	gázdugó sűrűsége, amikor a gázdugó teteje eléri a sarut (kg/l)
TVD	függőleges mélység (m)
$A_{ann, shoe}$	a gyűrűstér fajlagos térfogata a béléscsősarunál (liter/m)
$A_{ann, bottom}$	a gyűrűstér fajlagos térfogata a formációnál (liter/m)
V_{shoe}	a gázdugó térfogata a béléscsősarunál (liter)
V_{bottom}	a gázdugó térfogata a formációnál (liter)

A béléscsősarunál megengedhető legnagyobb nyomás:

$$P_{shoemax} = D_{shoe} \cdot \rho_{mud} \cdot 0,0981 + LOP - P_{safety}$$

A béléscsősarunál kialakuló legnagyobb nyomás:

$$P_{shoe} = P_{form} - \rho_{mud} \cdot (TVD - D_{shoe} - H_{shoe}) - \rho_{i, shoe} \cdot H_{shoe} \cdot 0,0981$$

A gázdugó hossza, amikor a gáz teteje eléri a béléscsősarut:

$$H_{shoe} = \frac{P_{shoemax} - P_{form} + \rho_{mud} \cdot (TVD - D_{shoe}) \cdot 0,0981}{(\rho_{mud} - \rho_{i, shoe}) \cdot 0,0981}$$

A gázdugó térfogata, amikor a gázdugó teteje eléri a sarut:

$$V_{shoe} = H_{shoe} \cdot A_{ann, shoe}$$

A beáramlási tőrést mindig a belépett gázdugó lyuktalpi helyzetében kell meghatározni a kút lezárása után. Ezt a térfogatot a fűrőmeter pontosan mérni tudja, és a fűrési felügyelő beáramlás után rögtön eldöntheti, hogy a kútszerkezet alkalmas-e a formáció felrepedése nélkül a gázdugó kiöblítésére.

A megengedhető beáramlás a lyuktalpon a sarunál kialakuló gázdugótérfogat függvényében:

$$V_{bottom} = V_{shoe} \cdot \frac{P_{shoe}}{P_{form}}$$

A gázdugó a lyuktalpon helyezkedik el

A béléscsősarunál kialakuló legnagyobb nyomást ebben az esetben is az alábbi egyensúly határozza meg:

$$P_{i, shoe} = P_{i, form} - \rho_{i, mud} \cdot (TVD - D_{i, shoe} - H_{i, shoe}) - \rho_{i, i} \cdot H_{i, shoe} \cdot 0,0981$$

A lyuktalpon a beáramlott gázdugó hossza:

$$P_{shoemax} - P_{form} + \frac{\rho_{mud} \cdot (TVD - D_{shoe}) \cdot 0,0981}{(\rho_{mud} - \rho_{i, bottom}) \cdot 0,0981}$$

A gázdugó térfogata a formációnál való belépéskor:

$$V_{bottom} = H_{bottom} \cdot A_{ann, bottom}$$

A gázdugó jellemzőinek számítása a gáztörvény alapján

$$P \cdot V = n \cdot Z \cdot R \cdot T$$

A gázsűrűség számítható az alábbi összefüggés felhasználásával:

$$\rho = \frac{n}{V} = \frac{P}{Z \cdot R \cdot T}$$

Bár a gázsűrűség függ a hőmérséklettől, azonban a lyuktalp- és sarumélység közötti rövid lyukszakasz miatt alkalmazhatjuk az alábbi közelítést:

$$T_{bottom} = T_{shoe}$$

Ez a közelítés a biztonság irányába hat, mivel a sarunál kisebb a hőmérséklet, mint a lyuktalpon. A gázsűrűség a sarunál a lyuktalpi gázsűrűségből számítva:

$$\rho_{i,shoe} = \rho_{i,bottom} \frac{P_{shoemax}}{P_{form}}$$

Az eltérési tényező meghatározására több módszer ismeretes, jelen tanulmánynak nem célja ezek részletes bemutatása [3].

A lefűrhető maximális fűrőlyukmélység

A már beépített, adott mélységű bélésű saru mellett, a sarunál elvégzett formációintegritás-vizsgálat után mért új repesztési nyomás figyelembevételével meg kell határozni, hogy a kút lefűrhető-e az eredeti mélyséig.

Amennyiben az aktuális repesztési gradiens értéke eltér a tervezett értéktől, két lehetőség adódik. Egyrészt az aktuális repesztési gradiens nagyobb a tervezett értéknél, a nyitott lyukszakaszt amennyiben szükséges, tovább lehet mélyíteni a tervezettnél, más szóval a kút a vártnál erősebb. Másrészt az aktuális repesztési gradiens kisebb a tervezett értéknél, akkor újra kell számolni a tényleges kútviszonyok mellett a beáramlási tűrés értékét. Amennyiben az így meghatározott beáramlási tűrés még megfelelő intézkedések mellett nem veszélyezteti a kútintegritást, akkor a fűrőlyukszakasz a kívánt mélyséig lefűrhető. Végso esetben egy közös bélésű sarukat beépítése válik szükségessé.

A korlátozott gázbeáramlás módszere

A bélésű saru helyének meghatározására alkalmazott módszerek közül gyakran alkalmazzák a korlátozott beáramlás módszerét [2].

Ez a leginkább elterjedt módszer, mert a kútszerkezetre realisztikus feltételeket teremt. Feltárt területeken a tároló nyomása, áteresztőképessége ismert vagy jól közelíthető a környező kutakban mért formációnyomás és repesztési nyomás adatai alapján. A biztonságos kútszerkezet tervezéséhez ekkor fontos megbízhatóan meghatározni a beáramlási tűrés értékét.

A bélésű saru helyét a korlátozott gázbeáramlás módszere alapján a kútnyomásgradiens és a repesztési nyomásgradiens metszéspontja határozza meg.

A korlátlan beáramlási módszertől eltérően itt a kútnyomást nem csak a gázgradiens alakítja, mivel a nyitott lyuk egy részét tölti ki a gázdugó – ezen a szakaszon a gázgradienst kell figyelembe venni, felette azonban a fűrőlyukat a felszínig iszap tölti ki, ahol az iszap hidrosztatikusnyomás-gradiense érvényesül.

A beáramlási tűrés meghatározása

A vizsgálatokat a 9^{5/8}” biztonsági bélésű csővel kiképzett kútszerkezetekre végeztük, ahol a továbbfúrást 8^{1/2}” fűrővel végzik, a fűrőszár elemei 5” fűrőcső és 6^{1/2}” súlyosbító.

A kútszerkezet megtervezéséhez alapvetően fontos meghatározni, hogy az adott kútban mekkora beáramlási tűréssel számolhatunk. Meg kell határozni tehát a beáramlás mennyiségét azon határok között, amikor a beáramlás megkezdődött, és amíg a tényleges kútlezárás megtörténik.

A beáramlási idő a beáramlás kezdetétől a tényleges kútlezárásig tart. Ezen időszak egyik eleme a kútlezárási idő, amely a beáramlás felismerésétől a tényleges kútlezárásig tart. A mélyfűrési gyakorlatban, a gázriadó gyakorlatok tapasztalatai alapján munkafolyamatok szerint az alábbi kútlezárási idők határozhatók meg (1. táblázat).

1. táblázat: Kútlezárási idők

Munkafolyamat	Kútlezárási idő (min.)
Fúrás	3
Kiépítés	4
Súlyosbító kiépítés	5
Rátoldás	3
Bélésű csővezés	4

A beáramlási idő másik eleme a beáramlás kezdetétől a felismeréséig tart, tehát a kútlezárási művelet kezdetéig már jelentős mennyiségű rétegfűdum léphet be a fűrőlyukba. Például 1 m³ rétegfűdum beáramlásához kis áteresztőképességű formációk esetén akár 60 perc szükséges, viszont nagy áteresztőképességnél akár néhány perc alatt észlelhető ugyanilyen mértékű túlfolyás.

A beáramlások mértékét meghatározó tényezők

A kútbeindulás (kick) a formációfűdum, termálfűdum, olaj, gáz vagy sósvíz belépése a fűrőlyukba. Ez akkor történik, ha a fűrőlyukban lévő fűrési folyadék által létrehozott nyomás kisebb, mint a formáció nyomása, és a formáció áteresztőképessége elég nagy ahhoz, hogy a rétegfűdum beáramlását lehetővé tegye. Amint a rétegtartalom belépett a fűrőlyukba, a gyűrűsteret részben feltöltő fűdum tovább csökkenti az iszaposzlop nyomását, így a beáramlás a kút lezárásáig fokozódik.

A rétegtartalom belépését a kút lezárásával meg kell állítani amilyen gyorsan lehet, hogy a kút nyomáslennörzés alá helyezve a formációfűdum további beáramlását megakadályozzák.

A Darcy-törvény írja le [4], hogy a beáramlás nagysága milyen mértékben nő a lyuktalpon a kútbeindulás során.

$$Q = 7500 \frac{0,007 \cdot K \cdot \Delta p \cdot L}{\mu \cdot \ln \left(\frac{R_e}{R_w} \right) \cdot 1440} \text{ liter/min}$$

$$\left(Q = \frac{0,007 \cdot K \cdot \Delta p \cdot L}{\mu \cdot \ln \left(\frac{R_e}{R_w} \right) \cdot 1440} \text{ bbl/min} \right)$$

ahol:

Q – a beáramlás mértéke, liter/min (bbl/min)

K – a formáció áteresztőképessége (mD)

Δp – nyomáskülönbség a réteg és a lyuktalpi nyomása között, bar (psi)

L – a behatolás hossza, m (ft)

μ – a gáz viszkozitása (cP)

R_e – a megcsapolás sugara, m (ft)

R_w – a fűrőlyuk sugara, m (ft)

A formáció áteresztőképessége és a formációnyomás a fűrőmester szempontjából objektív tényezőknek tekinthetők, azonban a tárolóba való befűrész mértékét a fűrőmester a beáramlás korai észlelésével csökkentheti.

Beáramlásvizsgálatok megvalósítása

A beáramlási mennyiségek számítását 8½” méretű fűrőlyukra a gázbeáramlást leíró Darcy-törvény összefüggésével végeztük, mivel ez a fluidum alakítja a legkedvezőtlenebb nyomást a fűrőlyukban. Továbbá a beáramlási mennyiségek számításánál figyelembe vettük, hogy a gázbeáramló közeg a beáramlás kezdetétől jelentős mértékben csökkenti a gyűrűstér hidrosztatikus nyomását, vagyis a beáramlási ütem a tényleges kútlezárásig egyre fokozódik.

A beáramló gáz a gyűrűstérben felfelé halad, ennek hatására a hidrosztatikus nyomás exponenciálisan csökken. Mindezt figyelembe véve, percenként változó differenciális nyomással számoltuk ki a beáramló gáz mennyiségét.

A fűrészkor fellépő és a kiépítéskor fellépő beáramlás feltételei jelentősen eltérnek egymástól. A beáramlási feltételek között a formáció áteresztőképessége, a beáramlás viszkozitása, a megcsapolás sugara és a fűrőlyuk mérete mindkét esetben megegyezik, azonban a gázbeáramlást meghatározó nyomáskülönbség és a nyitott formáció hossza más és más a fűrész és a kiépítés közben.

A nyitott formáció hossza (L):

- Fűrész közben a gázadó formációba való néhány méter befűrész után (viszonylag rövid idő alatt) a beáramlást felismerik, és a kutat lezárják.

- Kiépítés közben a gázadó formáció teljes hosszban nyitva van.

Nyomáskülönbség a lyuktalpon (Δp):

- Fűrész közben a nyomáskülönbség-csökkenés a lyuktalpon jelentősebb mértékű, mert a kútbeindulás leggyakoribb oka a túlnyomásos formációk hárántolása.
- Kiépítés közben a lyukegyensúly-megbomlást a dugattyúhatás által okozott lyuktalpi nyomás csökkenése okozza, ami csak kis nyomáskülönbséget hoz létre, ez azonban hosszabb időn keresztül ismétlődik, mire a beáramlást felismerik, és a kút beindul, majd a kutat lezárják.

Beáramlási viszonyok vizsgálata a 8½” fűrési szakaszban fűrész közben

A fűrész közben fellépő kútvizonyok mellett megvizsgáltuk, hogy a beáramlás mértéke hogyan változik az áteresztőképesség növekedésével, a beáramlás kezdetétől a kút lezárásáig tartó idő növekedésével, valamint a gázadó formációba való befűrész hosszától függően.

A vizsgálatok során a 9⅝” béléscső – 8½” fűrőlyukra vonatkozó beáramlási számításokat végeztünk a 2. táblázatban feltüntetett szerszám-összeállítás mellett.

Az áteresztőképesség hatása a beáramlás mértékére a 8½”-es szelvény fűrés során

Megvizsgáltuk, hogy a különböző áteresztőképességű kőzetek esetén hogyan változik a beáramlott gáz mennyisége (3. táblázat, 2. ábra).

A 9⅝” béléscső és 8½” fűrőlyuk esetén a beáramlás 10. percében 100 mD áteresztőképességű kőzet mellett a beáramlás mértéke 0,71 m³, 900 mD áteresztőképességnél pedig 18,37 m³. Megfigyelhető, az áteresztőképesség jelentős mértékben növeli a beáramlás mértékét.

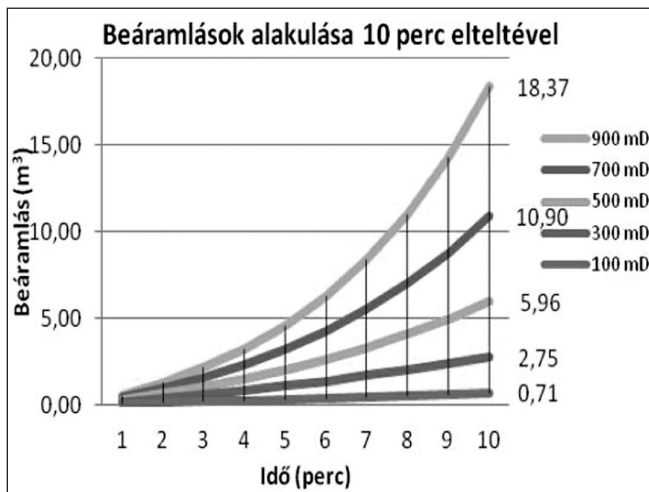
2. táblázat: Szerszám-összeállítás a 8½” fűrési szelvényben

Fűrész			Térfogatok	
			l/m	bbl/ft
Fűrőcső	5”	19,5 lb/ft	13,20	0,0253440
Súlyosbító	6½”	2 13/16”	21,41	0,0411072
Béléscső	9 5/8”	47 lb/ft	38,18	0,0733056
Fűrőlyuk	8½”		36,61	0,0702912
			Sűrűség	
			kg/l	ppg
Iszapsűrűség			1,60	13,328
Beáramlás			0,20	1,666

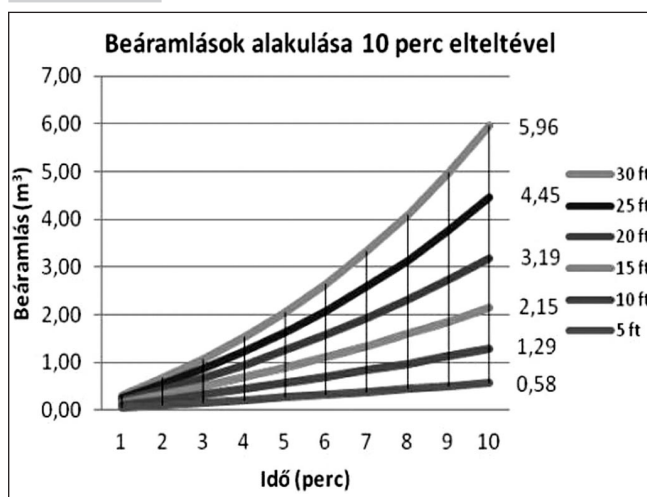
3. táblázat: Beáramlás mennyiségének változása 8 1/2" fúrólyukban az átteresztőképesség függvényében

Adatok		Idő	Beáramlások változása az átteresztőképesség függvényében (m ³)				
K, mD	változó	perc	100 mD	300 mD	500 mD	700 mD	900 mD
ΔP, psi (bar)	300 (21)	1	0,06	0,19	0,31	0,44	0,56
L, ft (m)	30 (10)	2	0,13	0,39	0,67	0,96	1,27
μ (cp)	2,5	3	0,19	0,61	1,07	1,58	2,14
R _e , ft (m)	30 (10)	4	0,26	0,85	1,53	2,33	3,23
R _w , ft (m)	0,35417 (0,1079)	5	0,33	1,11	2,06	3,21	4,59
ln (R _e /R _w)	4,439176	6	0,40	1,39	2,65	4,26	6,28
Q (m ³ /min)	változó	7	0,48	1,69	3,33	5,51	8,39
		8	0,55	2,01	4,09	7,01	11,02
		9	0,63	2,37	4,97	8,78	14,29
		10	0,71	2,75	5,96	10,90	18,37

2. ábra: A beáramlás mennyiségének változása 8 1/2" fúrólyukban az átteresztőképesség függvényében



3. ábra: A beáramlás mennyiségének változása a 8 1/2" fúrólyukban formációba való befúrás függvényében



A beáramlás mennyisége és a formációba való befúrás hosszának kapcsolata 8 1/2" fúrólyuk esetén

A 8 1/2" fúrólyuk esetén szintén egy 500 mD átteresztőképességet feltételezve mutatjuk be a beáramlási

mennyiségek változását a nyitott tároló eltérő hosszának függvényében a beáramlás első 10 percében.

A nyitott tároló hosszának hatását a 8 1/2" fúrás szelvényben is 5 ft (1,5 m)-től egészen 30 ft (10 m)-ig vizsgáltuk.

4. táblázat: A beáramlás mennyiségének változása a 8 1/2" fúrólyukban a formációba való befúrás függvényében

Adatok		Idő	Beáramlások változása a nyitott szakasz hosszának függvényében (m ³)					
K, mD	500	perc	5 ft	10 ft	15 ft	20 ft	25 ft	30 ft
ΔP, psi (bar)	300 (21)	1	0,05	0,10	0,16	0,21	0,26	0,31
L, ft (m)	változó	2	0,11	0,21	0,32	0,44	0,55	0,67
μ (cp)	2,5	3	0,16	0,33	0,50	0,69	0,88	1,07
R _e , ft (m)	30 (10)	4	0,22	0,45	0,69	0,96	1,24	1,53
R _w , ft (m)	0,35417 (0,1079)	5	0,27	0,57	0,90	1,25	1,64	2,06
ln (R _e /R _w)	4,439176	6	0,33	0,70	1,12	1,58	2,09	2,65
Q (m ³ /min)	változó	7	0,39	0,84	1,35	1,93	2,58	3,33
		8	0,45	0,98	1,60	2,31	3,14	4,09
		9	0,52	1,13	1,86	2,73	3,76	4,97
		10	0,58	1,29	2,15	3,19	4,45	5,96

A 3. ábra 10 perc elteltével megmutatja, hogy mekkora a gázbeáramlás mértéke, melynek pontos értékeit a 4. táblázat tartalmazza. 5 ft (1,5 m) nyitott tárolóformáció esetén 10 perc alatt 0,58 m³, 30 ft (10 m) nyitott-tároló-formáció esetén pedig 5,96 m³ gáz áramlik be.

Összességében elmondható a beáramlás-vizsgálatok alapján, hogy a fúrás közbeni beáramlások mértéke a legnagyobb mértékben a kőzet áteresztőképességétől, a gyűrűstér fajlagos térfogatától és a kútlezárás idejétől függ. Kisebb hatással van a lyuktalpi alulegyensúlyozás mértéke és a formáció megnyitásának hossza. Csak kis mértékben függ a fűrőlyuk méretétől.

A beáramlási viszonyok vizsgálata kiépítés közben

Kiépítés közben a fűrőlyuk beindulását a dugattyúhatás vagy a nem megfelelő lyuköltés okozza. Kiépítés közben a formáció áteresztőképessége és a fűrőlyuk mérete megegyezik a fúraskori viszonyokkal, azonban a tárolóformáció hossza és az alulegyensúlyozás mértéke tekintetében más feltételeket kell figyelembe venni a beáramlás vizsgálatokor, mint fúrás közben.

Alulegyensúlyozás mértéke a tárolóformációnál

A kiépítés megkezdése előtt a sztatikus lyuktalpi nyomás a formációnyomást kiegyensúlyozza. A kút a kiépítés során fellépő dugattyúhatás következtében válik alulegyensúlyozottá. Az alulegyensúlyozás a kiépítés megkezdésekor a fűrőszár emelésével kezdődik, és csak kis mértékű jelentkezik differenciális nyomással a formációnál. A kiépítés során ez a hatás ismétlődik, a differenciális nyomás egyre növekszik, mígnem a kút beindul.

A tárolóformáció hossza a fúrési körülményektől abban más, hogy fúraskor a tárolóformációba való né-

hány méter befúrása után a kút beindul, míg kiépítéskor a tárolóformációt már átfúrták, a kútbeindulás szempontjából kiépítés közben ez a feltételezhető legkedvezőtlenebb eset. Tehát beáramlás-vizsgálatkor a tárolóformáció teljes vastagságát kell figyelembe venni.

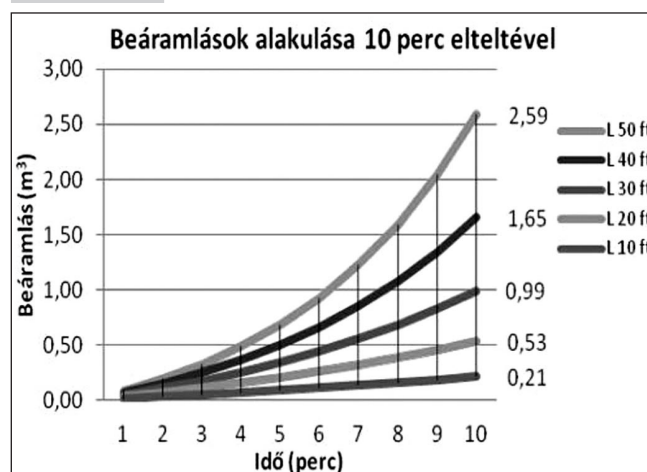
A számításokat 500 mD áteresztőképességű formációra végeztük, a kiépítés közbeni beáramlás-vizsgálatokhoz a 2. táblázat adatait vettük figyelembe.

A lyuktalpi nyomás csökkenésének mértékét a kiépítés közben nehéz megbecsülni, mert függ a kezdeti túl-ellensúlyozás nagyságától, a fűrőiszap reológiai tulajdonságaitól, a lyuktalpiszerszám-összeállítástól, valamint a kiépítés sebességétől. Általában ez kis érték, ezért a nyomáskülönbséget a lyuktalpon 50 psi-re (3,5 bar) vettük fel.

A beáramlás számítását kiépítés közben a nyitott-tároló-formáció hosszának változtatásával végeztük. A számítás eredményeit az 5. táblázat tartalmazza, a 4. ábra a beáramlás mértékét mutatja kiépítés közben.

Látható, hogy a kiépítés megkezdésétől már tíz perc elteltével is észrevehető mértékű beáramlás történt, ami nagymértékben függ a tárolóformáció vastagságától.

4. ábra: A beáramlás mértéke kiépítés közben



5. táblázat: A beáramlás mennyiségének a változása kiépítés közben a tárolóformáció vastagságának függvényében

Adatok		Kiépítés					
		Idő	Beáramlások változása a dugattyúhatás következtében (m ³)				
K, mD	500	perc	10 ft	20 ft	30 ft	40 ft	50 ft
ΔP, psi (bar)	50 (3,5)	1	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09
L, ft (m)	változó	2	0,04	0,07	0,11	0,15	0,19
μ (cp)	2,5	3	0,05	0,11	0,18	0,25	0,33
R _e , ft (m)	30 (10)	4	0,07	0,16	0,26	0,36	0,49
R _w , ft (m)	0,35417 (0,1079)	5	0,10	0,21	0,34	0,50	0,68
ln (R _e /R _w)	4,439176	6	0,12	0,26	0,44	0,66	0,93
Q (m ³ /min)	változó	7	0,14	0,32	0,55	0,85	1,22
		8	0,16	0,39	0,68	1,08	1,59
		9	0,19	0,46	0,83	1,34	2,04
		10	0,21	0,53	0,99	1,65	2,59

A beáramlási tűrés és a béléscsősarumélység kapcsolata

Megvizsgáltuk, hogy a 9 $\frac{5}{8}$ " biztonsági béléscsősarumélysege hogyan függ a beáramlási tűrés, a repesztési nyomás és a formációnyomás értékeitől. A vizsgálatot az alábbi kútdatokra végeztük.

A 6. táblázatban feltüntetett kútdatokkal határoztuk meg, hogy a beáramlási tűrés milyen mértékben változik a formációnyomástól, a repesztési nyomástól, továbbá a beáramlási tűrés változása hogyan befolyásolja a béléscsősarumélységét.

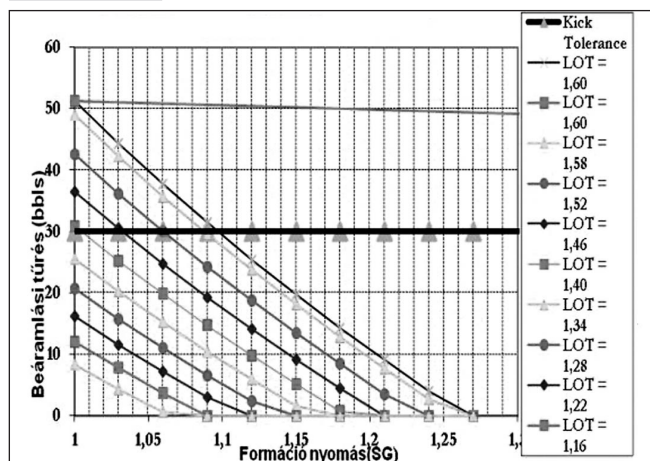
6. táblázat: Kútdatok

	Kútdatok: a beáramlási tűrés, a formációnyomás és repesztési nyomás kapcsolata	Kútdatok: a beáramlási tűrés és a béléscsősarumélység kapcsolata
Fűrőlyuk mérete	8 $\frac{1}{2}$ "	8 $\frac{1}{2}$ "
9 $\frac{5}{8}$ " sarumélység	800 m	500 m
Leak-off nyomás	1,60 kg/l	1,50 kg/l
Biztonság	7 bar	7 bar
Tárolóformáció helye	2000 m	2000 m
Iszapsűrűség	1,10 kg/l	1,20 kg/l
Formációnyomás	1,10 kg/l	1,20 kg/l
5" fűrőcső hossza	1700 m	1700 m
5" HWDP hossza	100 m	100 m
6 $\frac{1}{2}$ " DC hossza	200 m	200 m
Beáramlási tűrés	30 bbl (4,8 m ³)	–

A beáramlási tűrés és a formációnyomás kapcsolata

A 6. táblázat adatai alapján megvizsgáltuk, hogy a repesztési sűrűség 1,60 kg/l állandó értéke mellett hogyan változik a beáramlási tűrés értéke a formációnyomástól függően. Az eredményeket az 5. ábra mutatja. Az ábráról leolvasható, hogy a tervezett 30 bbl (4,8 m³) beáramlási tűréssel meghatározott sarumélységgel a kút integritása csak abban az esetben tartható fenn, ha a formációnyomás-sűrűség egységben kisebb, mint 1,18 kg/l.

5. ábra: A beáramlási tűrés és a formációnyomás kapcsolata. Leak-off nyomás állandó



A fúrési szakasz maximális mélysége 30 bbl (4,8 m³) tervezett beáramlási tűrés mellett, a 8 $\frac{1}{2}$ " fűrőlyuk 2000 m tervezett mélység helyett csak 1947 m mélységig mélyíthető a kútintegritás elvesztése nélkül.

A beáramlási tűrés és a repesztési nyomás kapcsolata

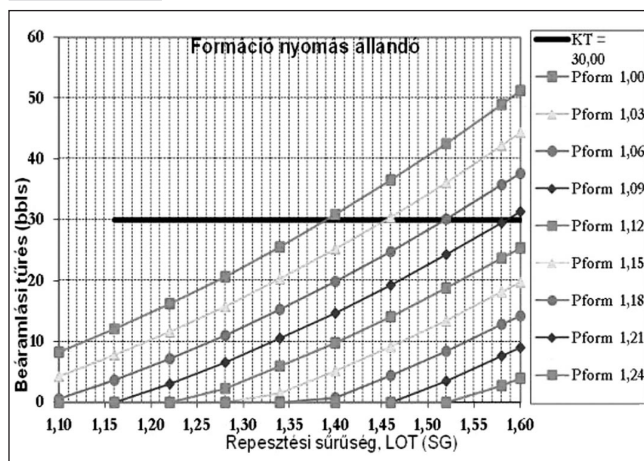
A 6. táblázat adatai alapján a formációnyomást állandónak feltételezve megvizsgáltuk, hogyan változik a beáramlási tűrés értéke a repesztési nyomás különböző értékeinél. Az eredményeket a 6. ábra mutatja. Az ábrából

leolvasható, hogy a tervezett 30 bbl (4,8 m³) beáramlási tűréssel meghatározott sarumélység mellett a kút integritása csak abban az esetben tartható meg, ha a repesztési nyomás-sűrűség egységben kisebb mint 1,58 kg/l.

A beáramlási tűrés és béléscső-sarumélység kapcsolata

A 6. táblázat adatai alapján a formációnyomást és a repesztési nyomást állandónak feltételezve számítottuk ki különböző sarumélységekhez azokat a beáramlási

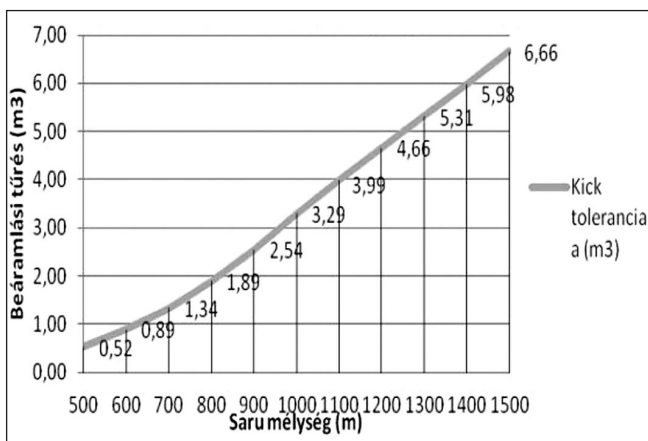
6. ábra: A beáramlási tűrés és a repesztési nyomás (LOT) kapcsolata. Formációnyomás állandó



tűrésiértékeket, amelyekkel a 8½” fúróluk biztonsággal mélyíthető a tervezett 2000 m-ben lévő tárolóformáció harántolására.

Az eredményeket a 7. ábra mutatja. Az ábráról leolvasható, hogy ha 30 bbl (4,8 m³) a beáramlási tűrés, akkor a bélésűsarut legalább 1200 m-ig kell beépíteni. Látható továbbá, hogy a bélésűsaru mélysége jelentős mértékben függ a beáramlási tűrés mértékétől.

7. ábra: Beáramlási tűrés a sarumélység változásával



A beáramlási tűrés meghatározásának módszere

Első lépésben meg kell határozni a biztonságos kútlezárási időt minden egyes kútműveletre, ez az idő a gázriadók gyakorlása során mérhető. Az így kapott időtartamok közül a biztonság irányába kerekítve a leghosszabb kútlezárási időt kell figyelembe venni.

Második lépésben meg kell becsülni azt az időt, ami a beáramlás kezdetétől a beáramlás észleléséig tart. Mivel a riasztási határokat általában 1 m³ tartálysztívként állítják, az 1 m³ beáramláshoz szükséges idő a különböző áteresztőképességű formációkra meghatározható.

Harmadik lépésben meg kell határozni a beáramlás kezdetétől a kútlezárásig eltelt idő alapján a belépő fluidum térfogatát. Az így kapott fluidumtérfogat kétszeres biztonsággal számolva lesz a beáramlási tűrés, ami

használható a bélésűsaru-mélység meghatározására.

Negyedik lépés a beáramlási tűrés figyelembevételével a bélésűsaru helyének a meghatározása.

Összefoglalás

A bélésűsaru mélységét meghatározó tényezők közül a beáramlási tűrés meghatározásának módja adja a legnagyobb bizonytalanságot, ezért beáramlási vizsgálatokat végeztünk különböző áteresztőképességű formációkra, különböző hosszúságú nyitott-termelő-formációkba való befúrás eseteire.

Meghatároztuk azokat az időintervallumokat, amelyek a beáramlás kezdetétől a tényleges kútlezárásig megadják a beáramlás idejét, ezzel számítható a várható beáramlás mennyisége. Az így meghatározott mennyiségek adják a bélésűsaru helyének a meghatározásához szükséges beáramlási tűrés értékét.

Megvizsgáltuk, hogy a különböző beáramlási tűrés és kőzetrepesztési nyomásiértékek hogyan befolyásolják a bélésűsaru-mélységek megválasztását. Úgy ítéltük meg, hogy a biztonsági bélésűsaru hosszának meghatározásakor a beáramlási tűrés a legjelentősebb tényező.

Irodalomjegyzék

- [1] 2/2010. (I. 14.) KHEM rendelet a Kőolaj- és Földgázüzemeltetési Biztonsági Szabályzatról.
- [2] H. Rabia: Oilwell Drilling Engineering. Principles and Practice. Graham Tratman Ltd. London 1995. 322. p.1.
- [3] Szilas A. Pál: Kőolaj és földgáz termelése és szállítása. Akadémiai Kiadó, Budapest 1985.
- [4] Weatherford Technical Data Handbook, 2002, Canada.

Köszönetnyilvánítás

„A tanulmány/kutatómunka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.”

IMRE FEDERER (dipl. petroleum engineering, associate professor, University of Miskolc, Petroleum and Natural Gas Institute), ISTVAN KAPUVÁRI (dipl. petroleum engineering, Nabors Drilling International): METHOD FOR DETERMINING OF KICK TOLERANCE

The study examines the open borehole section inflow characteristics which determine the size tolerance in drilled wells. Based on the real well conditions it determine the influx volume considering various inflow conditions, differential pressure and formation permeability. Propose a model for determining the kick tolerance in a given well structure.

A hazai kőolaj- és földgázkutatásról

ETO: 622.27 + 622.32



TRÖMBÖCZKY SÁNDOR

okl. olajmérnök.

A cikk az 1995–2011. évek közötti időszak kőolaj- és földgázkutatási eredményeit mutatja be. A felhasznált adatok a nyilvánosan elérhető MOL Éves Jelentésekből származnak. Ezekben a jelentésekben a szénhidrogén-kutatás eredményességére vonatkozóan a fontosabb műszaki, műszaki-gazdasági adatok találhatók, rövid szöveges értékelésekkel. Ez a MOL adatai alapján készült összefoglaló anyag csak a 2000-es évek közepéig fedí le a teljes hazai tevékenységet. Ezen időponttól ugyanis megjelentek a külföldi cégek is a hazai kutatásban, de azok tevékenységéről már nem jelentek meg nyilvános adatok.

Bevezető

A kutatási tevékenység hatékonyságát a társaság által birtokolt szénhidrogén-készletek hosszú távú változásának elemzése révén lehet vizsgálni. A MOL adatainak elemzését nehezíti, hogy az évkönyvekben közölt adatokban „módszertani változások” miatt nem egyszerűen összevethető adatok szerepelnek. Az 1995–2006 évek közötti időszakban a jelentések a SEC (USA tőzsde előírásai a készletek minősítésére) szerinti előírásoknak megfelelő nettó (bányajáradékkal csökkentett) bizonyított kőolaj- és földgázkészlet adatokat tartalmazták. (A biztosan kitermelhető, gazdasági értéket képviselő készletek.) 2007–2009 közötti években áttértek a SEC szerinti bruttó bizonyított készletadatok közlésére. (5 éves visszatekintéssel közölt adatok.) 2008–2009-es években a SEC szerinti bruttó készletek mellett közlésre kerültek az SPE szerinti bizonyított (1P), valamint a bizonyított és a valószínű (2P) készletadatok is. 2010–2011-ben már csak az SPE (1P, 2P) ajánlásainak megfelelően értékelt adatokat közlik. (A szénhidrogén-egyenértékben számolt eredményeket millió barrel olajegyenértékben.)

A fentiek miatt a bemutatásra és elemzésre alkalmas idősor csak a becsléseket figyelembe véve állí-

ható elő. Az így számított készlet-adatok esetleges kisebb mértékű pontatlanságai azonban a tendenciák elemzését lényegesen nem befolyásolják.

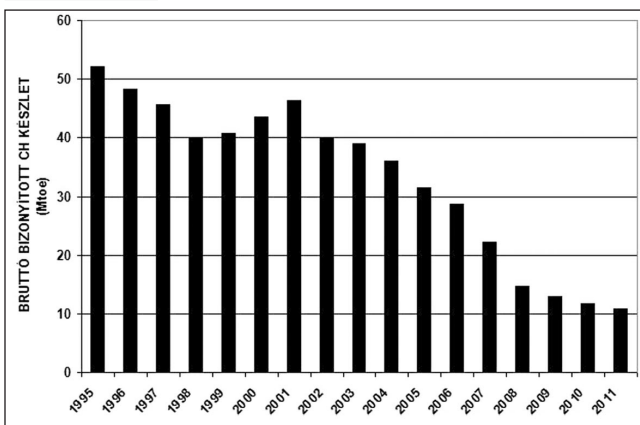
Tendenciák

Az 1. ábrán a bizonyított bruttó szénhidrogén-készletadatok (SEC) adott év végére értelmezett értékeinek alakulása látható. (2010., 2011. évre becsült adatok az SPE 1P készlet alapján.) A vizsgált időszak alatt mintegy 1/5-ére csökkent a MOL hazai kőolaj- és földgázkészlete. Az utóbbi években a készlet-csökkenés üteme jelentősen mérséklődött.

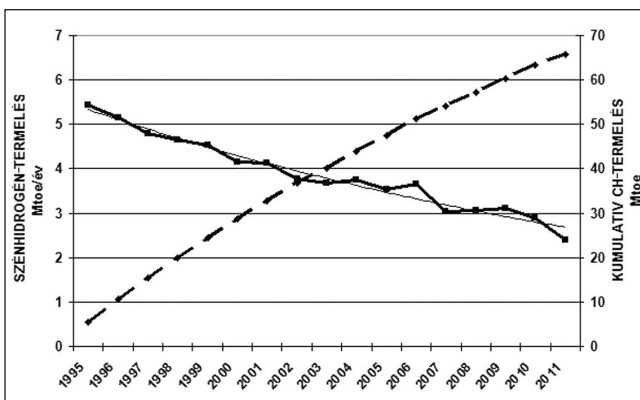
Az elmúlt 17 év alatt összesen több mint 65 millió tonna olajegyenérték (Mtoe) szénhidrogént termeltek ki (2. ábra). A kutatási tevékenység eredményeként felfedezett új készletek termelésbe állí-

tása nem okozott jelentős, tartós termelésnövekedést, és csak rövid időszakokban eredményezett stagnáló termelést. Alapvetően nem változott meg a korábban meglévő készletek termelését jellemző exponenciális termelés-csökkenési jelleg sem. (Korrelációs együttható: 0,985.) A vizsgált időszak elején rendelkezésre álló készletek mintegy 75%-át az úgynevezett kiemelt mezők tárolták, és döntő mértékben

1. ábra: ~70%-os szénhidrogénkészlet-csökkenés (2002–2008)



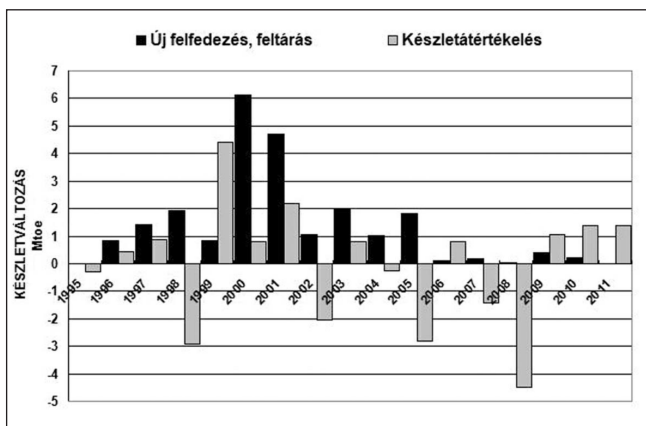
2. ábra: Gyakorlatilag exponenciális a termelés-csökkenés



e mezők termelésének alakulása határozta, határozza(?) meg a teljes termeléseszkökenítés ütemét. (Kiemelt mezőkre vonatkozó utolsó adatközlés 1998. évre vonatkozóan volt.)

A készletváltozást bemutató 3. ábrán látható, hogy az 1999–2001 közötti időszakban jelentős mennyiségben fedeztek fel új készleteket, valamint a meglévő készletek

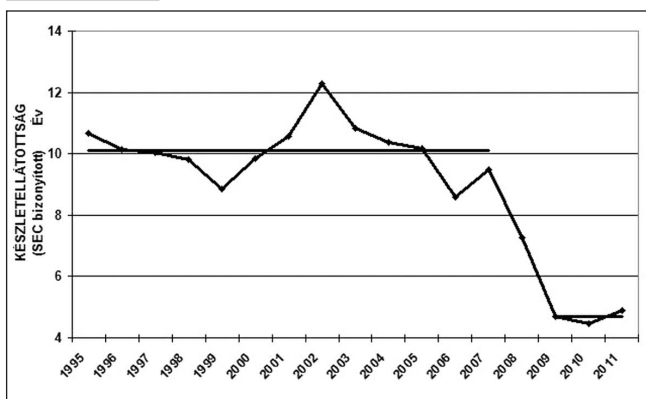
3. ábra: Túlbecslés, majd korrekció?



átértékelése is hozzájárult a teljes mennyiség növekedéséhez. Ebben a 3 évben mintegy 11,6 Mtoe új felfedezésből, feltárásból származó növekményt számoltak el. Ekkora új készlet termelésbe állításának hatásaként az összes szénhidrogén-termelés növekedése lett volna várható a 2000-es évek közepétől (~0,8–1,2 Mtoe/év), amely azonban nem jelent meg a termelésben. Ezért nagy valószínűséggel ezen túlbecslések korrekciója történt meg a 2000-es évek második felében. 2006 óta stratégiaileg jelentős mértékű új készletfelfedezés és -feltárás nem történt. (Az összes felfedezés ~1 Mtoe.)

A készletellátottsági mutató (4. ábra) alakulása nagyon érdekes képet mutat. 2008-ig ~10 éves átlagérték volt ez a mutató, a 2008–2009. évi átértékelés miatt a mutató értéke drasztikusan csökkent, és az utóbbi évek átlagértéke már csak 4,7 év. A jelentésekből nem állapítható meg, hogy az átértékelések működő vagy nem működő mezőkben történtek. A rendelkezésre álló bi-

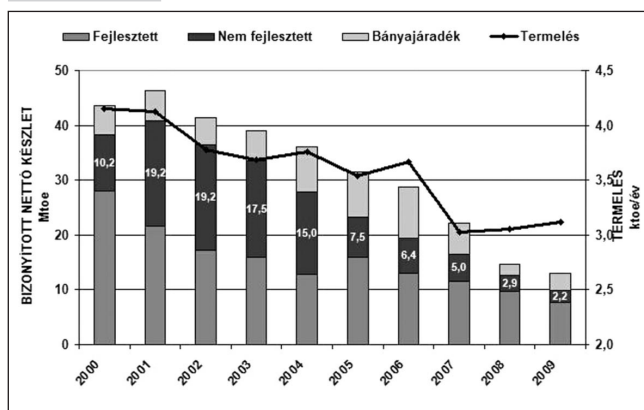
4. ábra: Mi történt, hová lett a bizonyított készlet?



zonyított készletből kb. 2,0–2,4 Mtoe kitermelése várható 2012-ben. A rendelkezésre álló készlethez viszonyított megcsapolási ütem (20%) csak rövid ideig tartható fenn. A szakirodalom szerint az alacsony értékű készletellátottsági mutató azt jelenti, hogy az előfordulások közel vannak a termelés befejezéséhez. A jelentősebb készlettel rendelkező mezőkre ez azonban nagy valószínűséggel nem igaz.

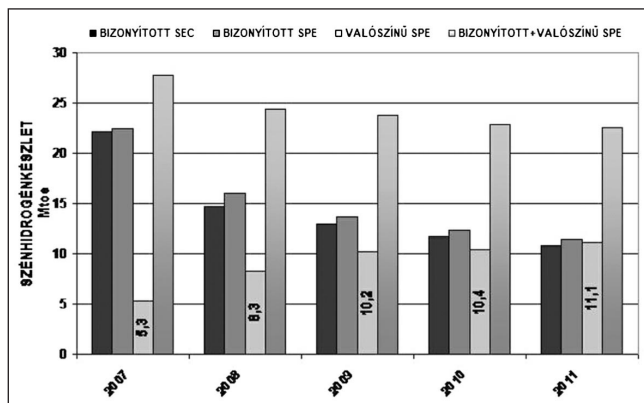
Az éves jelentésekből a 2000–2009 közötti évekre előállítható az 5. ábra, amely a bizonyított nettó, fejlesztett–nem fejlesztett készletek bontását mutatja. Az ábra szerint a 2003–2007 közötti időszakban jelentősen lecsökkent a nem fejlesztett készletek nagysága. Egyértelműen ezekből az adatokból sem állapítható meg, hogy a készletek termelésbe állítása történt-e, vagy az átértékelések csökkentették a nem fejlesztett készleteket. Az viszont nagy biztonsággal valószínűsíthető, hogy a 2007–2008. évi átértékelésekből származó csökkenés (5,9 Mtoe) a bizonyított fejlesztett készletekben jelentkezett.

5. ábra: Elűnt a nem fejlesztett készlet!



Az elmúlt öt évre rendelkezésre állnak az SPE ajánlásának megfelelő értékelések a bizonyított (1P) és valószínű (2P) készletekre vonatkozóan. A 6. ábra szerint a bizonyított készletek megfelelődték öt év alatt, viszont jelentősen növekedtek a valószínű készletek. Az éves jelentésekben közölt, táblázatok szerinti kö-

6. ábra: Duplázódott a valószínű készlet



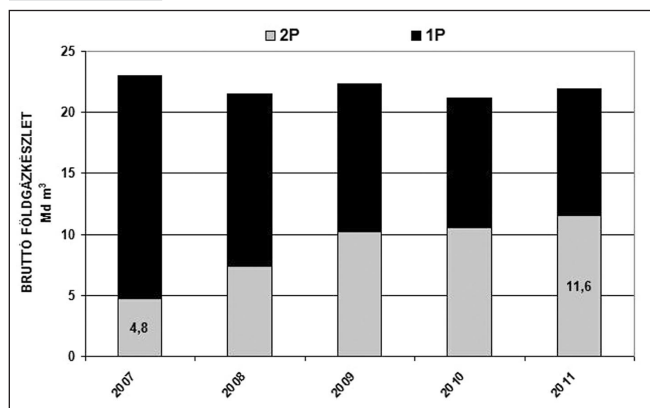
olaj- és földgáztermelés csak a bizonyított készletekből történik, tehát a valószínű készletek mint nem fejlesztett készletek vannak nyilvántartva. Ez ellentmondáshoz vezet a korábbi években közölt adatokkal (5–6. ábra összehasonlítása).

Az SPE ajánlásának megfelelő készletek részletesebb elemzését célszerű elvégezni külön földgázra és kőolajra.

Földgázkészlet

A 7. ábra szerint 2007-ben mintegy 5 Mrd m³ valószínű (2P) földgázkészlet jelent meg a nyilván tartásban. Ez a készlet korábban nem kerülhetett be a jelentésekbe, mert az ismertsége alapján nem lehetett bizonyított készletnek minősíteni. A vizsgált időszakban a valószínű földgázkészlet növekedése tapasztalható. Ez a növekedés gyakorlatilag szinten tartja a bizonyított és valószínű földgázkészlet értékét.

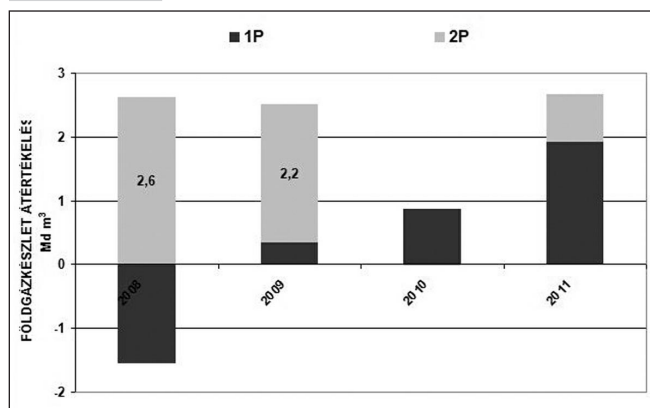
7. ábra: Több mint 10 milliárd köbméter valószínű földgázkészlet!



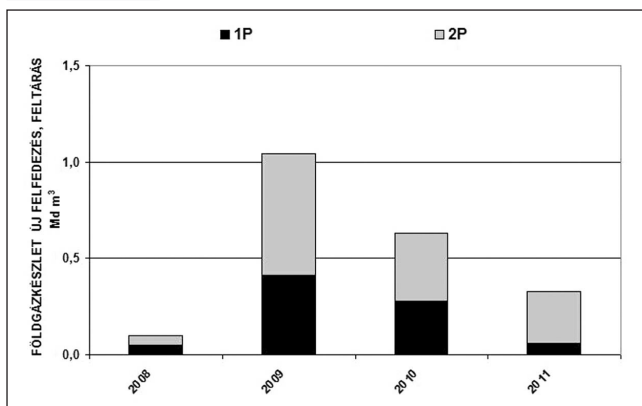
2008-ban mintegy 3 Mrd m³ korábban bizonyított földgázkészlet valószínű készletté történő átminősítése történt a 8. ábra alapján. A készletátértékelések összesen 7,1 Mrd m³-rel növelték a rendelkezésre álló bizonyított és valószínű földgázkészletek nagyságát, amelyből azonban csak 1,6 Mrd m³ volt bizonyítottnak minősíthető.

A 9. ábra szerint 2008 óta jelentősnek mondható új

8. ábra: Jelentős nagyságú átértékelések



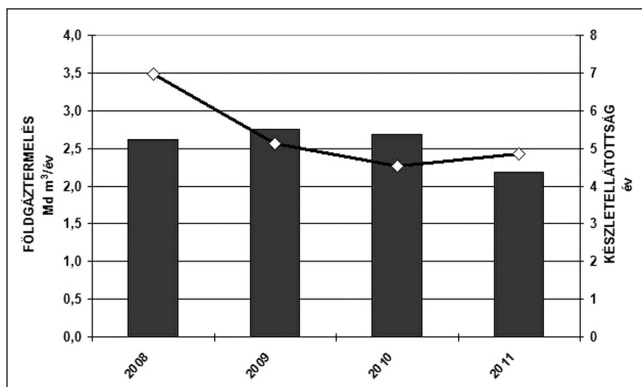
9. ábra: Kevés az új földgázkészlet-felfedezés



földgázkészletet nem fedeztek fel. A négy év alatt összesen 0,8 Mrd m³ bizonyított (1P) és 1,3 Mrd m³ valószínű (2P) földgázkészlet-növekedés történt új készletfelfedezés révén. A 4 év alatti új felfedezésből származó készletpótlás az 1P + 2P készletszinten mért értéke csak 20%.

A 10. ábra a földgáztermelési és a készletellátottsági mutató alakulását szemlélteti. A jelentések szerinti ~2,5 Mrd m³/év gáztermelés a bizonyított készletekből történt. Az elmúlt négy évben összesen 10,2 Mrd m³ gázt termeltek ki. A kitermelésből származó készletcsökkenést ~90%-ban pótolta az új felfedezésből és átértékelésből származó növekedés (9,2 Mrd m³).

10. ábra: Közel állandó termelés, alacsony készletellátottság

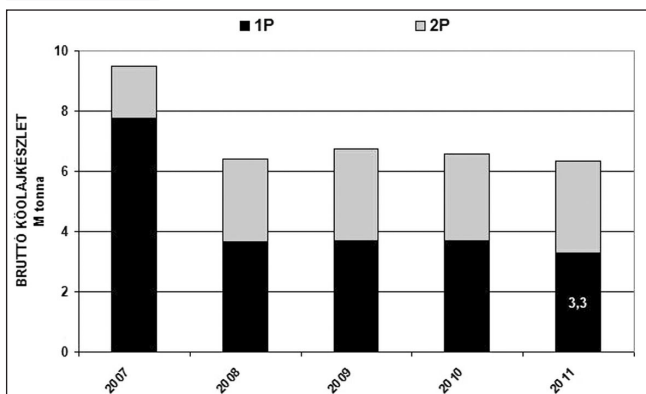


A bizonyított (1P) készletre számított készletellátottsági mutató ~5 év. Az elkövetkezendő években a termelési ütem (1–1,5 Mrd m³/év) növekedése várható, ha megtörténik a jelenleg valószínű készletként nyilvántartott, a jelentések szerint nem termelő előfordulások termelésbe állítása. A valószínű készletek bizonyítottá történő átminősítése esetén a készletellátottsági mutató is javulni fog.

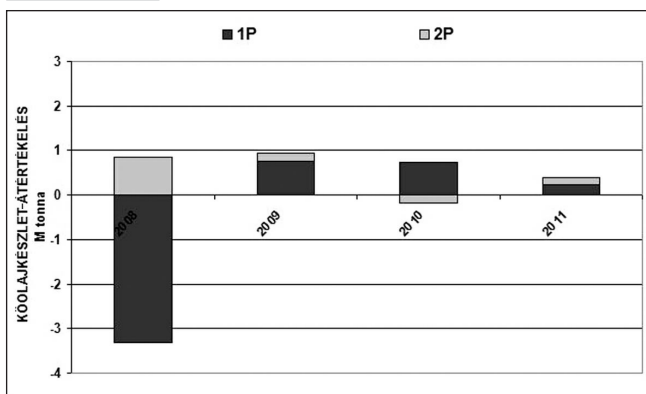
Kőolajkészlet

A 11. ábra szerint a 2008-ban történt egyszeri jelentős készletátértékelést követően az elmúlt négy évben állandósult a bizonyított és valószínű kőolajkészletek

11. ábra: Állandósult kőolajkészlet



12. ábra: Hová lett a bizonyított készlet?

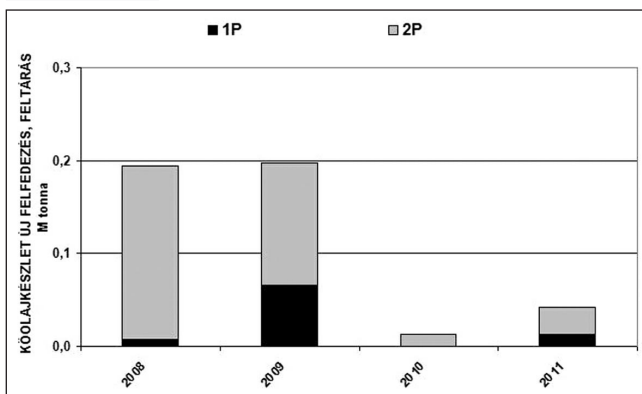


nagysága. A jelenleg nyilvántartott készlet mintegy fele valószínű készletként van minősítve. 2011. év végén a bizonyított kőolajkészlet 3,3 M tonna. A 12. ábra az elmúlt négy évben elvégzett készletátértékeléseket mutatja be. 2008-ban több mint 3 M tonnával csökkentek az SPE ajánlásnak megfelelően értékelt bizonyított kőolajkészletek. Ez több mint 40%-os készletcsökkenést jelent a 2008. év elején rendelkezésre álló készletekben! A következő három évben 1,7 M tonna bizonyított készletnövekedés volt az átértékelések következtében.

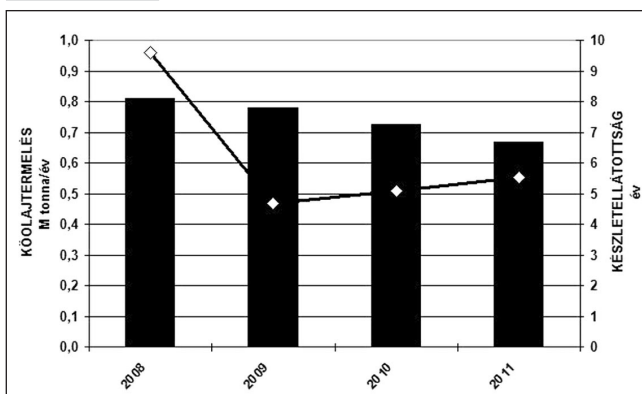
2008–2011 között összesen 0,4 M tonna készletnövekedés származott új felfedezésből, melynek döntő része valószínű készletnek minősült (13. ábra). A nyilvánvalóan kis készlettel rendelkező kőolaj-előfordulások készletének becslése csak nagy bizonytalansággal végezhető. Az új felfedezésből származó évenkénti kőolajkészletek nem érik el a rendelkezésre álló készletek 3%-át. Ilyen kismértékű készletnövekedés évenkénti nyilvántartásba vétele – a becslési bizonytalanságok figyelembevételével – teljesen felesleges.

A jelentés szerint a 2011. évi 670 kt olajtermelés (14. ábra) a bizonyított készletekből történt. A valószínű (2P) készletként nyilvántartott készletek (3,1 M tonna) termelésbe állításának eredményeként 200–300 kt/év termelésnövekedés várható a következő években.

13. ábra: Kis mértékű készletpótlás



14. ábra: Csökkenő termelés, alacsony készletellátottság



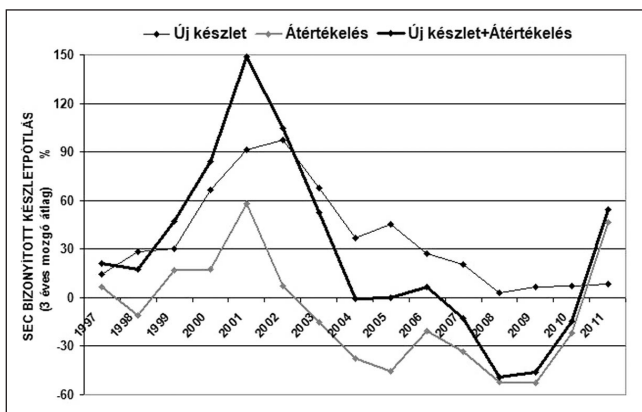
Ennek eredményeként a készletellátottsági mutató jelenlegi kis értékének növekedése várható.

Hatékonyaság

A 15. ábrán a SEC előírások szerinti bruttó bizonyított készletek alapján számított készlet-visszapótlási mutató 3 éves mozgó átlagértékeinek alakulása látható. A 2000-es évek közepétől a készletpótlás nagyon alacsony szintű.

Az elmúlt évek alacsony készletpótlása miatt a jelenleg rendelkezésre álló bizonyított készletekből származó termelés számottevő növekedése nem várható. A termelés növekedése csak az alacsonyabb

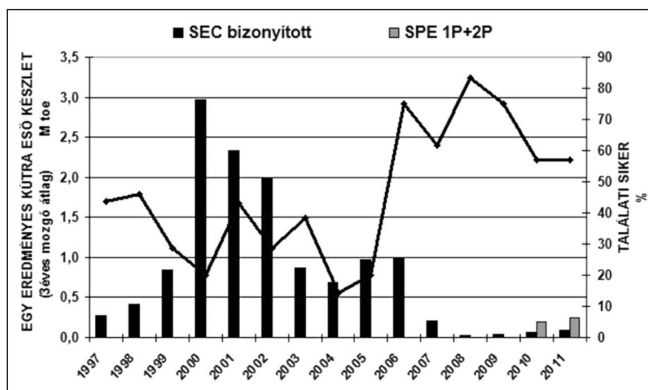
15. ábra: Az utóbbi években nagyon alacsony!



ismertségi szinttel rendelkező, valószínű jelenleg nem termelő(?) és nagyobb kockázatot jelentő készletek fejlesztésétől várható.

A 16. ábrán az éves jelentésekben közölt eredményes kutatófúrások számának adatait felhasználva végzett számítási eredmények láthatók. (2010-re, 2011-re becsült adatok.) Az egy produktív kút révén felfedezett új bizonyított készlet 3 éves mozgó átlaga (oszlop, bal

16. ábra: Növekvő sikeresség, csökkenő hatékonyság!

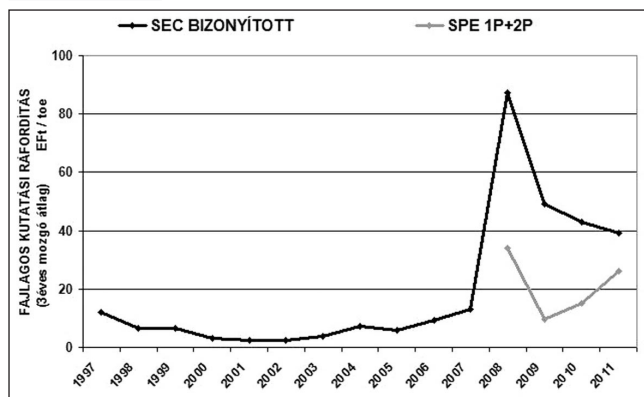


oldali skála) jellemzi a felfedezett előfordulás átlagos nagyságát. A találati siker a geológiai előkészítési tevékenység színvonalával hozható összefüggésbe. A fejlett kutatási technológiák lehetőséget biztosítanak a kisebb méretű geológiai szerkezetek azonosítására is. Az ábra jól szemlélteti, hogy a találati siker önmagában nem alkalmas a kutatási tevékenység hatékonyságának jellemzésére. Az utóbbi években sok(?) kiskészletű előfordulás felfedezése történt.

Az éves jelentések tartalmazzák a kutatási ráfordítások értékét. A 17. ábra a fajlagos kutatási ráfordítások 3 éves mozgó átlagának alakulását szemlélteti. A tendencia jellegét nem befolyásolja, hogy néhány évben a becsült adatok felhasználására volt szükség (1995–1999, 2010–2011). Az ábrából látszik, hogy az utóbbi években a fajlagos ráfordítás értéke növekszik, még akkor is, ha a valószínű készletek nagyságát is figyelembe vesszük.

Az utolsó három ábra alapján megállapítható, hogy a hazai kutatási tevékenység hatékonysága romló tendenciát mutat. (Figyelmeztetés a jövőre vonatkozóan.) A felfedezett kiskészletű előfordulások készletének becslése csak nagyobb bizonytalansággal végezhető el. (Csak a valószínű készlet nő!)

17. ábra: A valószínű készlet javítja a mutató értékét



A jelenleg valószínű készletként nyilvántartott kőolaj- és földgázkészleteket tároló előfordulások jobb megismerése, a termelés beállítása, termelési tapasztalata hasznos információkat eredményezhet, csökkenhet a jelenleg meglévő készletbecslési bizonytalanság. Ezen információk alapján nagyobb biztonsággal lesz meghatározható egy középtávú kutatási stratégia.

Összefoglalás

Az elmúlt 17 év kőolaj- és földgázkutatási tevékenységének eredményei azt mutatják, hogy a kitermelés miatti készletcsökkenés csak korlátozott mértékben volt pótolható az új felfedezések révén. A felfedezett új előfordulások általában kiskészletű mezőket jelentenek, valószínűsíthető, hogy az átlagos mezőnkénti készletnagyság is csökkenő tendenciát mutat. A viszonylag kiskészletű előfordulások felfedezése bizonyítja, hogy a korszerű kutatási módszerek sikeresen alkalmazhatók az ilyen előfordulások kutatására is. A kiskészletű előfordulások készletének becslése csak nagy bizonytalansággal végezhető el. A nagyobb bizonytalansággal történő készletbecslést bizonyítják a nyilvántartásban jelentkező relatíve nagy értékűnek ítélt átértékelések, és az, hogy az utóbbi időben csak a valószínű készletek növekedtek. A kiskészletű előfordulások megbízható megismerésének határt szab a kutatás gazdaságossága. (A kis készlet nem bír el több kutatófúrást.)

Az elmúlt időszak tendenciái alapján nagy valószínűséggel megállapítható, hogy a jövőben is csak egyre kisebb készletű előfordulások felfedezése várható, egyre csökkenő gazdasági hatékonysággal.

A jelenlegi készletellátottsági szinten a hazai kőolaj- és földgáztermelés átmeneti növekedése csak akkor várható, ha a valószínű készletként nyilvántartott előfordulások készlete bizonyított készletté lesz minősíthető, és megtörténik gyors termelésbe állításuk.

SÁNDOR TRÖMBÖCZKY (dipl. petroleum engineering): OIL AND NATURAL GAS EXPLORATION IN HUNGARY

The article presents the results of oil and natural gas exploration in Hungary between 1995–2011. The data presented in the article were disclosed in MOL Annual Reports (publicly available documents). These reports present major technical and economic data for the profitability and results of petroleum exploration, supplemented with brief narrative evaluations. This document was prepared using MOL data and it presents the complete Hungarian exploration operations only until the middle of the first decade in 2000. This was the year when international companies also entered into the domestic exploration arena, but we have no publicly available data related to their operations.

Különleges fúrási, kútkiképzési, kútjavítási technológiák, anyagok és eszközök

1. Fúrás béléscsővel

ETO: 622.24



Id. ŐSZ ÁRPÁD

okl. olajmérnök,
okl. manager szakmérnök,
MOL Nyrt. szakértő,
OMBKE- és SPE-tag.

A világ vezető szénhidrogén-kutató és -termelő, valamint szerviztársaságai jelentős erőfeszítéseket tettek és tesznek ma is, hogy a szénhidrogén-kutatás és -feltárás műszaki-földtani nehézségeit kiküszöböljék, a nehézségek miatt az eddig még fel nem tárt területek megkutatathatóvá váljanak, továbbá a fúrások kivitelezését gyorsabbá, megbízhatóbbá és gazdaságosabbá tegyék. Ennek egyik eredményeként fejlesztették ki a – hazánkban eddig még nem alkalmazott – béléscsővel történő fúrás technológiáját és technikáját. A forradalmian új technológia, annak eszközeinek és gépi berendezésének fejlesztésében a TESCO Corporation, Baker Hughes Incorporated és a Weatherford International Ltd. társaságok értek el jelentős eredményeket.

1. Bevezetés

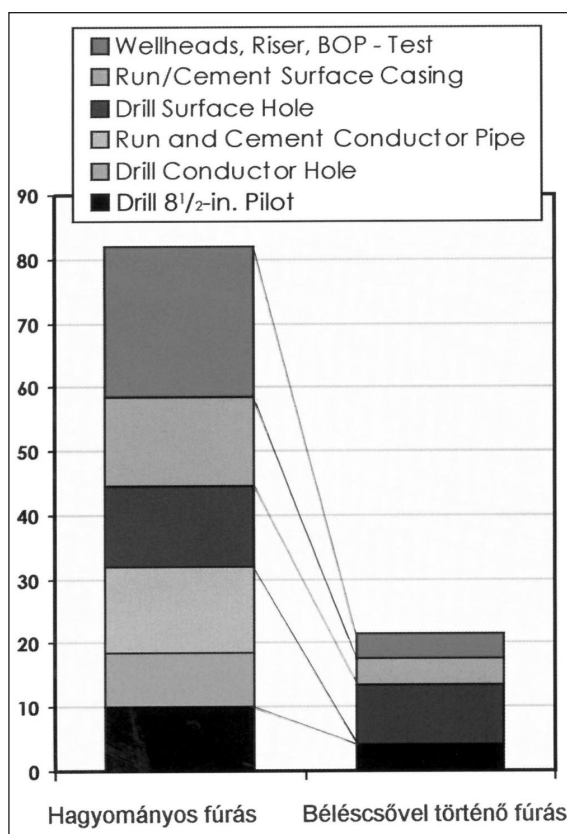
A nemzetközi szakirodalom a '90-es évek első felétől kezdődően foglalkozik a béléscsővel történő fúrás technológiájával és technikájával [1–101]. Kezdetben az Amoco, a Chevron és az ExxonMobil operátortársaságok kezdték alkalmazni a béléscsővel történő fúrást, előnyöket láttak a technológia alkalmazásában – elsősorban az átmeneti zónák, a kimerült és az alacsony nyomású tárolók átfúrásánál, valamint a betétcsövek elhelyezésénél. Azóta szinte minden vezető nemzetközi szénhidrogén-kutató és -termelő társaság kipróbálta vagy rendszeresen alkalmazza ezt a technológiát, kombinálva különböző egyéb fúrási technológiákkal. 2008 márciusáig a TESCO technológiával és eszközökkel összesen 962 szakaszban alkalmazták a béléscsővel történő fúrást, összesen 853 440 méter hosszban (1. táblázat). Az eddigi tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a béléscsővel történt fúrás a felszínközeli szakaszokban átlagban 74%-kal, a mélyebb szakaszokban 30%-kal csök-

kenti az adott szakasz létesítési (fúrás, ki- és beépítés, béléscsővezetés, cementezés stb.) idejét a hagyományos fúrási technológiához képest (1. és 2. ábra).

A béléscsővel történő fúrás alkalmazásával alapvetően megváltoztak a hagyományos fúrás geometriai viszonyai is, amely az öblítési viszonyok és a furadékkiszállítás tervezésének újragondolását tette szükségessé.

A hazai szakemberek ugyan elméletben már felkészültek a béléscsővel történő fúrás kivitelezésére, azonban ez idáig még nem valósult meg a gyakorlatban. Előkészületek történtek ennek a technológiának az alkalmazására a Nagy-lengyel-416. jelű kút zárása során, amelyre végül is nem került sor.

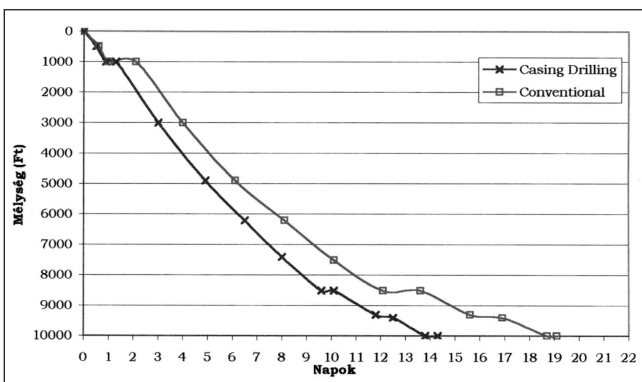
1. ábra: Wellheads, Riser, BOP – Test = Kútfejek, felszálló, kitörésgátló záróvizsgálat; Run/Cement Surface Casing = Kezdő béléscső beépítése és cementezése, Drill Surface Hole = Kezdő fúrólyuk mélyítése, Run and Cement Conductor Pipe = Vezető béléscső beépítése és cementezése, Drill Conductor Hole = Vezető fúrólyuk mélyítése, Drill 8 1/2"-in. Pilot = 8 1/2"-es szakasz fúrása



1. táblázat: Mélyfúrás béléscsővel, kombinálva egyéb fúrási technológiával

Egyszerű függőleges fúrástól a bonyolult irányított fúrásig	Fúrt szakasz mennyisége	Bonyolultság	
Fúrás egyszer használatos fúróval	302	N	N
Fúrás fúrható saruval	28	ö	ö
Fúrás oldható szerelvényekkel	552	v	v
Magfúrás	7	e	e
Irányított fúrás lyuktalpi motorral	57	k	k
Irányított fúrás forgatásos módszerrel	16	v	v
		ő	ő
Összesen	962		

2. ábra: Hagyományos (Conventional) és béléscsővel történő (Casing drilling) fúrás lefutási idejének összehasonlítása



2. Béléscsővel történő fúrás alkalmazásának okai

A béléscsővel történő fúrás alkalmazásának okai elsősorban a hagyományos fúrásnál esetleg fellépő problémákra vezethetők vissza (3. ábra, lásd BIII).

2.1 Duzzadó rétegek: A vízérzékeny rétegek (agyag, agyagmárga, aleurit, aleurolit) magukba szívják a vizet, megduzzadnak és a fúrószerszám megszorulását eredményezik (4. ábra, lásd BIII).

2.2 Omló rétegek: A nem konszolidált, nem szilárd, laza rétegszerkezetek (homok, kavics) az átharántolásuk folyamán beomlanak, gyakran okoznak fúrószármegszorulást, különösen akkor, amikor az öblítéssel leállnak. Fúrószerszám nélküli fúrólyukban az omló rétegek mintegy hidat képeznek, amelyet ismételt át kell fúrni, amikor visszaépítünk a fúrólyukba (5. ábra, lásd BIII).

2.3 Kimosódás: A kimosódás vagy kibővült fúrólyuk gyakori probléma, mert nemkívánatos elferdüléseket hozhat létre, vagy megnehezíti az irányított ferdefúrásoknál a függőlegesebből történő kilépést. Mindkét esetben költséges művelettel (visszaferdítés vagy elcementezés) lehet a korrekciót elvégezni (6. ábra, lásd BIII).

2.4 Megdugattyúzás: A fúrószár kiépítése mindig a fúrólyuk megdugattyúzásának veszélyét hordozza magában, különösen akkor, amikor a teljesszelvényű fúró

a nagy áteresztőképességű rétegeknél kialakult vastag iszaplepenyén keresztül húzzák ki. A lyukegyensúly-megbomlások 70%-a erre vezethető vissza.

2.5 Béléscsőlyukadás és kulcslyukképződés: A fúrószár forgatása – amennyiben az a béléscsőben nem központosan helyezkedik el – a béléscső kopását idézi elő és könnyen a kilyukadáshoz vezethet, különösen akkor, ha keményfém-felrakásos fúrócsőkapcsolót alkalmaznak.

Az irányított ferdefúrásokban vagy a kettős (térbeli) törésű fúrólyukakban a kulcslyukképződés lehetősége állandóan fennáll. A fúrólyukban képződő térbeli törés, a lyukkönyök, soha nem akkor okoz problémát, amikor képződik, hanem később, amikor már több száz méter hosszúságú fúrólyuk mélyült alatta. A kulcslyukképződés akkor következik be, ha a lyukkönyök mélységében elegendő nagyságú húzófeszültség ébred a fúrószárban, vagyis a lyukkönyök alatt már elegendő hosszúságú – és tömegű – fúrószár helyezkedik el. A lyukkönyök alatt elhelyezkedő fúrószár hossza, vagyis a lyukkönyök mélységében fellépő húzófeszültség ezután olyan nagyságú, oldalirányú, a lyukfalhoz szorító erőt képez, amely képes arra, hogy a fúrószár a lyuk falába vájatot mélyítsen, és abba mindjobban befeküdve, szoruljon. A fúrószár szorulásának egyik legvalószínűbb oka a szerszám vályúba húzása, azaz a fúrószár belevág a lyukfalba. Ha a fúrócső átmérőjének megfelelő bevágásba (vájatba, vályúba) ér a súlyosbító, az beékelődhet (7. ábra, lásd BIII). [102]

2.6 Szelvényezés és béléscsővezetés: A nem stabil lyukszakaszokon a geofizikai szelvényezés nehezzé vagy lehetetlenné válik.

Egyes lyukszakaszok megduzzadnak vagy kimosódnak, és ez nagy nehézségeket okoz a kút kiképzéséhez szükséges béléscsővezésnek.

A béléscsővel történő fúrással nagyrészt kiküszöbölhetők azok a járulékos költségek, amelyek a nyitott fúrólyuk problémák felszámolásával együtt járnak, valamint a ki- és beépítéssel járó problémák elkerülhetők. A béléscsővel történő fúrás megszünteti a hosszú fúrószár szükségességét és a szerszámcserek alkalmával a

fűrőszár ki- és beépítését. Jelentős az időmegtakarítás, hisz nem szükséges a lyukjártás, a lyukbővítés, csökken a ki- és beépítés közbeni lyukfalomlás, a megszorulás és a mentési munkák kockázata.

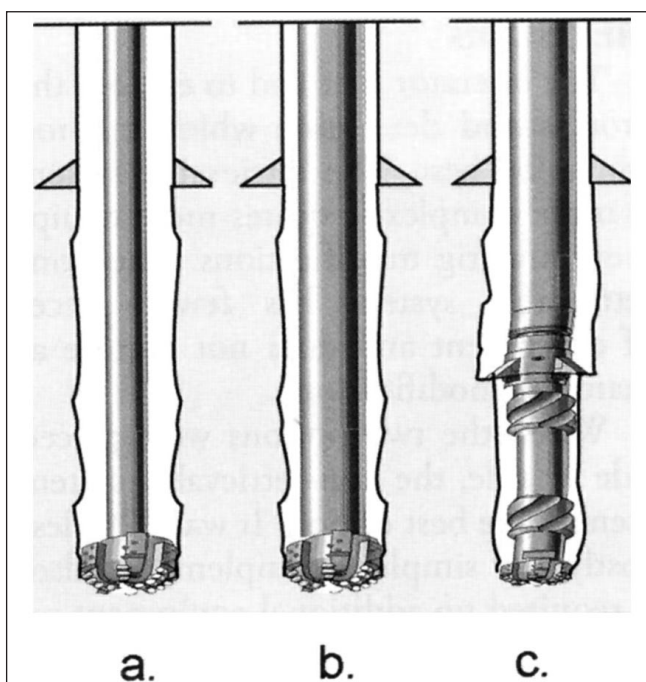
3. A bélésűvel történő fúrás alaptípusai

A bélésűvel történő fúrásnak két alaptípusa van (8. ábra):

- Nem visszanyerhető (nem oldható);
- Visszanyerhető (oldható).

8. ábra: Bélésűvel történő fúrás alaptípusai

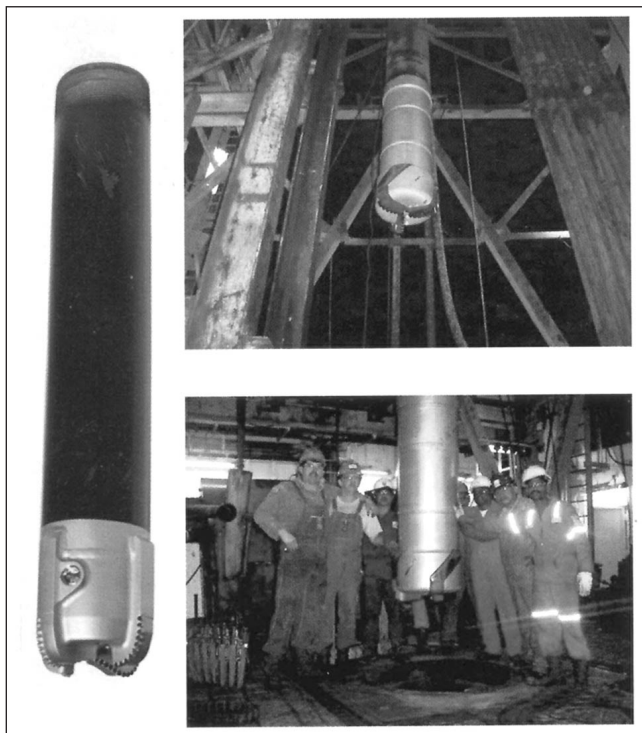
a) Hagyományos fúrás, b) Nem visszanyerhető (nem oldható) bélésűfúrás, c) Visszanyerhető (oldható) bélésűfúrás



3.1. A nem visszanyerhető (nem oldható)

esetében a bélésűoszlop aljára fúrható anyagból készített olyan mesterséges-gyémánt (PDC) bélésűfűrőt szerelnek fel, amely egyben a bélésűsaru feladatát is ellátja (9. ábra). A fűrőszár funkcióit ekkor a bélésű-

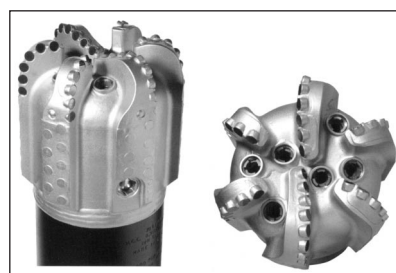
9. ábra: Bélésűre felcsavart bélésűfűrő (bélésűsaru)



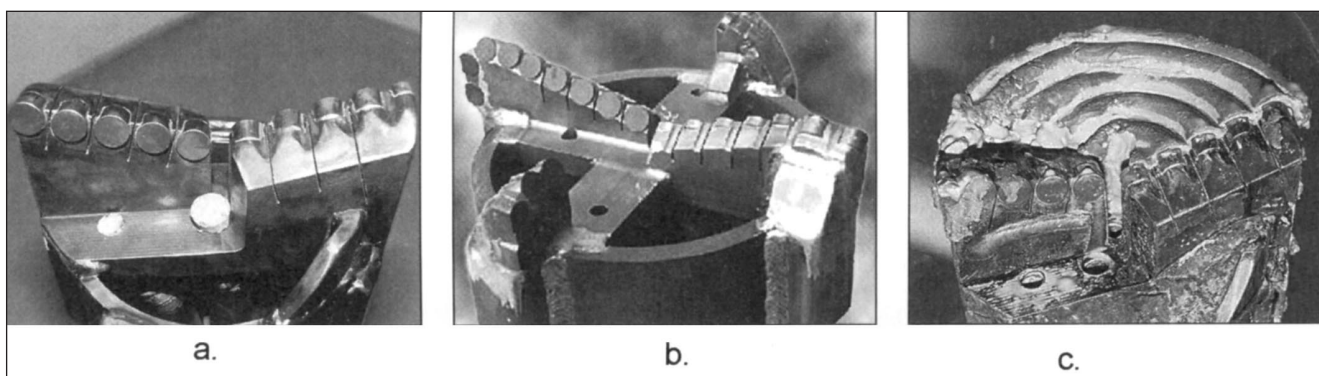
oszlop látja el, és az aljára felcsavart fűrő a szakasz lefúrása után is a bélésűoszlopon marad, tehát nem építhető ki, és azon keresztül végzik el a bélésűoszlop cementezését. Az első bélésűvel történő fúrás üzemi kísérletek egyike volt az Amoco Norway (ANOC) 1993-ban betécsűvel végzett fúrása. Ennek az üzemi kísérletnek a bélésűfűrői láthatók a

12. ábra: Baker Hughes Christensen EZCase bélésűfűrő

10. ábrán. Azóta óriási fejlődésen mentek keresztül a bélésűfűrők, az utóbbi időben használatosakat mutatja be a 11. (lásd BIII), 12., 13. és 14. ábra.



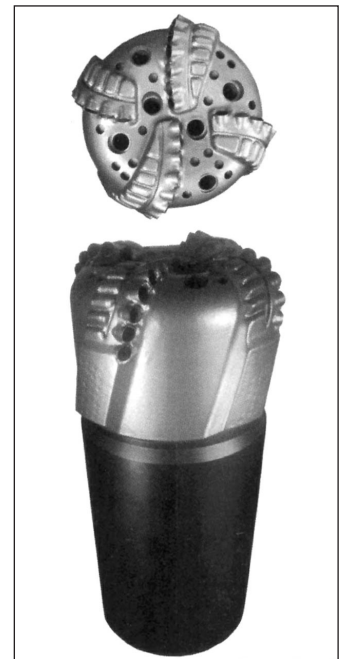
10. ábra: AMOCO bélésűfűrők a) 8 1/2" kettő vágóélű 3/4" (19 mm) PDC lapokkal, b) 12 1/4" négy vágóélű 3/4" (19 mm) PDC lapokkal, c) Labdásodott bélésűfűrő



13. ábra: Legújabb Weatherford Defyer™ fúrható bélésűfúrók

	Defyer™ DV	Defyer DT	Defyer DP	Defyer DPC
Nose-cutting structure	Dense Layer Tungsten Carbide	TSP	PDC	PDC
Gauge-cutting structure	Carbide	PDC	PDC	PDC
Blade count (size dependent)	3	3, 4, 5	6, 8, 10	5
Backreaming	Yes	Yes	Yes	Yes
Reciprocating	No	No	No	No
Interchangeable nozzle	Yes	Yes	Yes	Yes
Bit-face cleaning	Very Good	Very Good	Very Good	Very Good
Drillout	PDC, TCI, milltooth	PDC, TCI, milltooth	TCI, milltooth	PDC, TCI, milltooth
Drillout anti-rotation	Yes	Yes	Yes	Yes
Risk of sidetracking	Low	Low	Low	Low
Casing size (in.)	9-5/8, 13-3/8, 18-3/8, 20	4-1/2 to 30	7-5/8, 9-5/8, 13-3/8, 16	7, 9-5/8, 13-3/8

14. ábra: Varel-Downhole 8 1/2" VMR240 CaseBit bélésűfúró



3.2. Visszanyerhető (oldható) bélésűfúrás

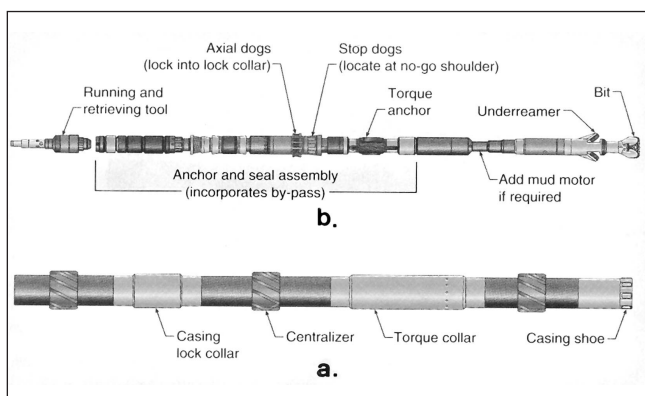
esetében a bélésű aló szakasza egy speciálisan kialakított, bélésűvel beépített és a bélésűbe beakasztott fúrószár körül helyezkedik el, amelyet dróthuzal segítségével lehet be- és kiépíteni. A bélésűsaru közelében van a rögzítő közdarab, amely a fúrószárat (lyuktalpizserszám-összeállítást) rögzíti a bélésűben, és így fúrás közben a bélésű is és a beakasztott fúrószár

is forog. A bélésűsön van a bélésűsaru, a bélésűközponosítók, a forgatónyomaték-átadó közdarab (ez biztosítja a bélésű forgatónyomatékának átadását a beakasztott fúrószárnak) és a rögzítő karmantyú. A beakasztott fúrószáron van a fúró, a lyukbővítő, egyes esetekben a lyuktalpi motor, a nyomaték anker, a megállásrögzítő, a beakasztó és tömítő szerelvény, a ten-

15. ábra: Visszanyerhető (oldható) szerszám-összeállítás

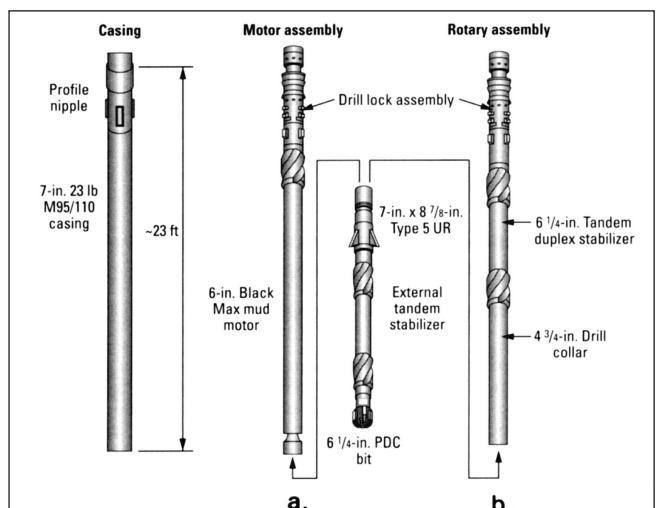
a) Bélésű szerelvényei (Casing shoe = Bélésűsaru, Torque collar = Forgatónyomaték-átadó közdarab, Centralizer = Központosító, Casing lock collar = Rögzítő karmantyú)

b) Beakasztott fúrószár szerelvényei (Bit = Fúró, Underreamer = Lyukbővítő, Add mud motor if required = Egyes esetekben lyuktalpi motor, Torque anchor = Nyomaték anker, Stop dogs (locate at no-go shoulder) = Megállásrögzítő (elhelyezése a nem mozgó vállnál), Axial dog = Tengelyirányú rögzítő, Anchor and seal assembly (incorporates by-pass) = Beakasztó és tömítő szerelvény (megkerülővel együtt), Running and retrieving tool = Ki- és beépítést biztosító fej



16. ábra: Fúrószár forgatása

a) Lyuktalpi motorral, b) Bélésűvel (Casing = Bélésű, Profile nipple = Beakasztó közdarab, Motor assembly = Lyuktalpimotor-összeállítás, Black Max mud motor = Black Max lyuktalpi motor, Drill lock assembly = Fúrószár-rögzítő szerelvény, External tandem stabilizer = Külső közponosító sorozat, PDC bit = PDC fúró, Rotary assembly = Forgatónyomaték-átadó közdarab, Tandem duplex stabilizer = Kettős közponosító sorozat, Drill collar = Súlyosbító)

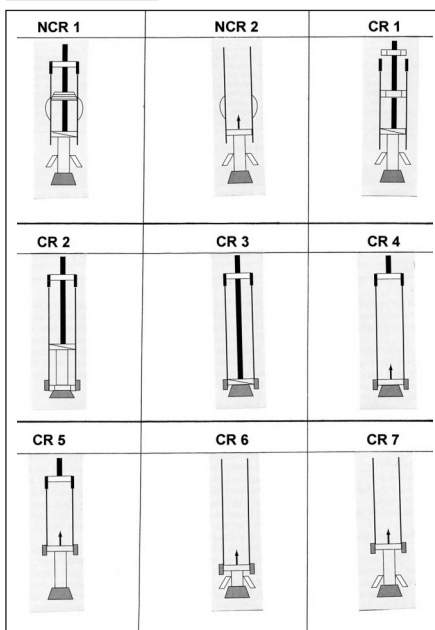


gelyirányú rögzítő, valamint a be- és kiépítést biztosító fej (15. ábra). A bélésűcsőben rögzített fúrószár forgatása kétféle módon történhet: **lyuktalpi motorral** vagy **bélésűcsővel** (16. ábra). A dróthuzalos műveletekkel elsősorban fúrócsere-t végeznek, azonban más műveleteket is – lyuktalpi motor, fúrás alatti mérőműszerek (MWD, LWD), magfúró eszköz ki- és beépítését – elvégeznek vele.

3.3. Bélésűcsővel történő fúrás osztályozása

Az eddigi tapasztalatok alapján a bélésűcsővel történt fúrásokat osztályozták (Mobil, BP Amoco, Texaco, Chevron és Hughes Christen szakér-

17. ábra: Bélésűcsővel történő fúrás osztályozása



tői csoport) annak érdekében, hogy egységesen kezelje minden operátor és szerviztársaság (2. táblázat), (17. ábra).

3.4. Bélésűcsővel történő irányított ferdefúrás

A bélésűcsővel történő irányított ferdefúrásnak két típusa van:

- Lyuktalpi motoros fúrás (Positive-Displacement Motors = PDM) (18. a ábra)
- Forgatásos fúrás (Rotary Steerable System = RSS) (18. b ábra)

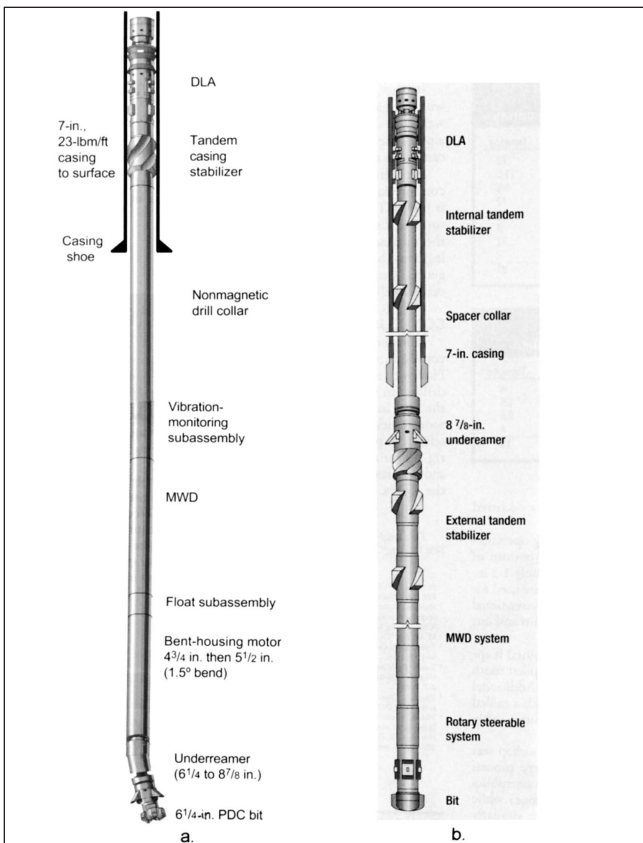
A **lyuktalpi motoros fúrás** esetén a bélésűcsőben rögzített fúrószár ugyan a bélésűcsővel is együtt forog, azonban a fúró és a lyukbővítő for-

2. táblázat: Bélésűcsővel történő fúrás osztályozása

NCR 1	NCR 2	CR 1	CR 2	CR 3	CR 4	CR 5	CR 6	CR 7
Bélésűcső nem forog (NCR)		Bélésűcső forog (CR)						
Bélésűcső/be-tétcső beépítési száma, fúrócső felszínig	Bélésűcső felszínig	Bélésűcső/betétcső beépítési száma vagy fúrócső felszínig					Bélésűcső felszínig	
Fúrót és lyukbővítőt a lyuktalpi motor forgatja, amelyet belső fúrószáron építenek be. Tisztítócső a lyuktalpi motor felett van. Lyuktalpi szerszám ki- és beépítése a belső fúrószárral történik.	Fúrót és lyukbővítőt a lyuktalpi motor forgatja, amelyet a bélésűcsőbe akasztanak. Lyuktalpi szerszám ki- és beépítése dróthuzallal történik.	Fúrót és lyukbővítőt a lyuktalpi motor forgatja, amelyet belső fúrószáron építenek be. Lyuktalpi szerszám ki- és beépítése a belső fúrószárral történik.	Fúrót és a szabadon forgó magfúrószert a lyuktalpi motor forgatja, amelyet belső fúrószáron építenek be. A fúró cseréje a belső fúrószárral történik.	Fúrót és a rögzített magfúrószert a lyuktalpi motor forgatja, amelyet belső fúrószárral történik. A fúró cseréje a belső fúrószárral történik vagy a lyuktalpon hagyják.	Fúrót és a rögzített magfúrószert a lyuktalpi motor forgatja, amelyet belső fúrószárral történik. A fúró cseréje dróthuzallal történik vagy a lyuktalpon hagyják.	Magfúrószert a lyuktalpi motor forgatja. Ferdítő lyuktalpi motor rögzítése bélésűcsőben történik. Lyuktalpi szerszám ki- és beépítése dróthuzallal történik.	Fúrót, lyukbővítőt és a magfúrószert a lyuktalpi motor forgatja. Lyuktalpi szerszám ki- és beépítése dróthuzallal történik.	Magfúrószert a lyuktalpi motor forgatja, amelyet a lyukbővítő lyuktalpi motor forgatja, amelyet a bélésűcsőbe rögzítettek. Lyuktalpi szerszám kiépítése dróthuzallal.
Cementezés a lyuktalpi szerszám kiépítése előtt.	Cementezés csak a fúrólyukból történő kiépítés után történik.							
20" és annál nagyobb bélésűcső	13 3/8" bélésűcső	11 3/4" betétcső	7-9 5/8" betétcső	7-13 3/8" bélésűcső	5 1/2-7" betétcső	16"-nél nagyobb bélésűcső	4 1/2", 5 1/2", 7 5/8", 9 5/8" bélésűcső	5 1/2", 7" bélésűcső

18. ábra: Béléscsővel történő irányított ferdefúrás

a) Lyuktalpi motoros fúrás, b) Forgatásos fúrás (DLA = Fúrászáröngző szerelvény, Casing to surface = Béléscső felszíni, Casing shoe = Béléscsősar, Tandem casing stabilizer = Központosító sorozat, Nonmagnetic drill collar = Nem-mágnesezhető súlyosbító, Vibration-monitoring subassembly = Vibrációfigyelő mélybeli szerelvény, MWD = mérés-fúrás alatt műszercsalád, Float subassembly = Mélybeli úsztató szerelvény, Bent-housing motor = Ferdítő átmenetes lyuktalpi motor, Underreamer = Lyukbővítő, PDC bit = PDC (műgyémánt) fúró, Internal tandem stabilizer = Belső központosító sorozat, Space collar = Távtartó közdarab, External tandem stabilizer = Külső központosító sorozat, MWD system = MWD rendszer, Rotary steerable system = Forgatásos irányítási rendszer, Bit = Fúró



gatása elsősorban a ferdeátmenettel ellátott lyuktalpi motorral (PDM), az irányítás pedig a mérés-fúrás alatt (MWD) műszercsaláddal történik. A forgatásos fúrás esetén a béléscsőbe beakasztott fúrászár, a fúró és a lyukbővítő forgatása a béléscsővel történik, az irányítást a forgatásos irányítási rendszerrel (RSS) és a mérés-fúrás alatti (MWD) műszercsaláddal végzik.

4. Béléscsővel történő fúrás gépi berendezései

4.1. Fúróberendezés

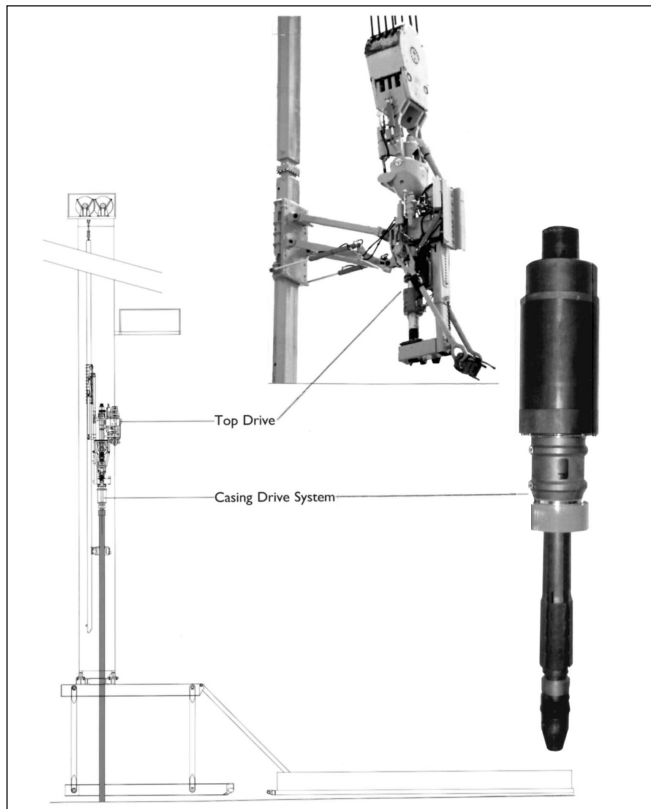
4.1.1. Hagyományos fúróberendezés

A béléscsővel történő fúrás történhet hagyományos fúróberendezéssel, azonban azt alapvetően két gépi berendezéssel ki kell egészíteni: a felső meghajtással (top drive) és a béléscsőforgató rendszerrel (casing drive system), (19. ábra).

A *felső meghajtás* lehet elektromos (450–1350 LE és 250–1350 tonna teherbírású) vagy hidraulikus (460–1100 LE és 250–650 tonna teherbírású), (20. ábra, BIV).

19. ábra: Hagyományos fúróberendezés kiegészítése

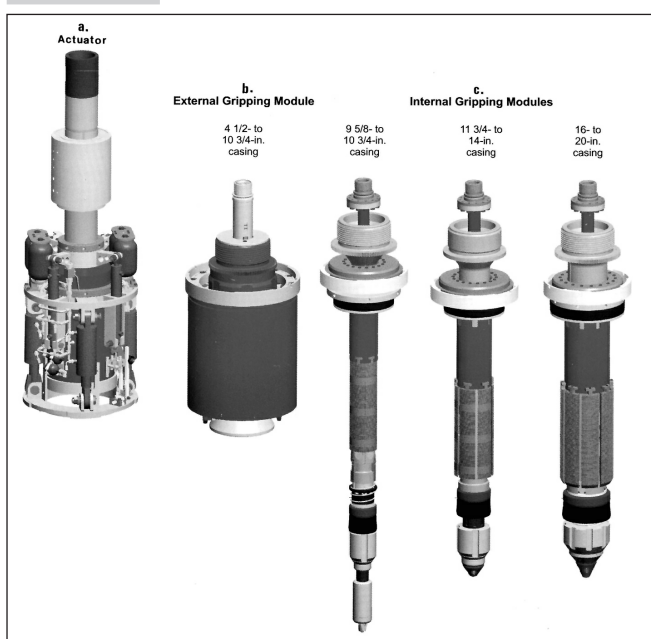
(Top Drive = Felső meghajtás, Casing Drive System = Béléscsőforgató-rendszer)



A *béléscsőforgató-rendszer* a felső meghajtás alatt helyezkedik el, felső része a működtető egység, alatta van a külső fogású egység, amely a béléscsövet kívülről fogja meg és forgatja, vagy a belső fogású egység, amely a béléscsövet belülről fogja meg és forgatja (21. ábra).

21. ábra: Béléscsőforgató-rendszer

(a) Actuator = Működtető egység, b) External Gripping Module = Külső fogású egység, c) Internal Gripping Modules = Belső fogású egységek, Casing = Béléscső)

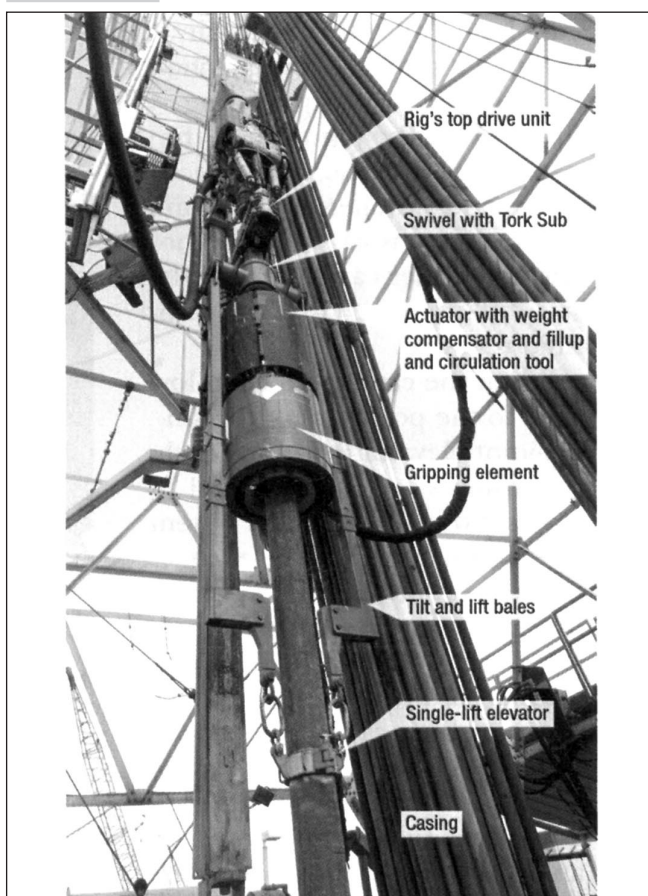


A teljes meghajtó- és forgatórendszer összeállítását a 22. ábra mutatja.

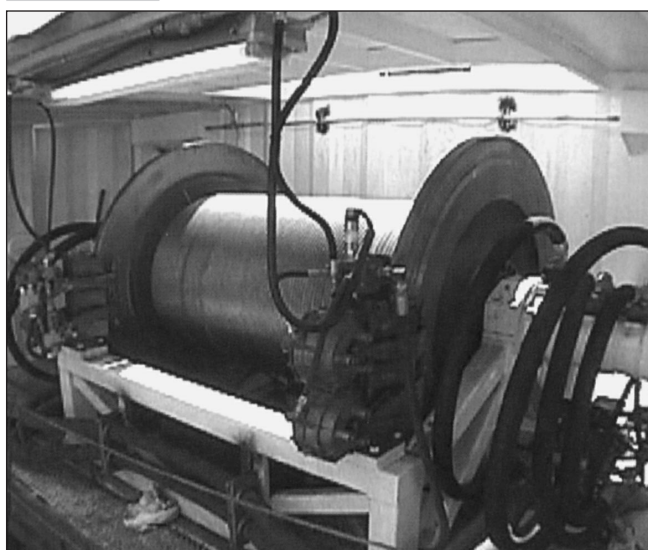
A béléscsővel beépített és a béléscsőbe beakasztott fúrószár ki- és beépítését biztosító dróthuzalos vitlával is ki kell egészíteni a fúróberendezést (23. ábra).

22. ábra: Meghajtó- és forgatórendszer összeállítása

(Rig's top drive unit = Fúróberendezés felső meghajtó egysége, Swivel with Tork Sub = Öblítőfej forgó közdarabbal, Actuator with weight compensator and fillup and circulation tool = Működtető egység terheléskiegyenlítővel és feltöltő-öblítő egységgel, Gripping element = Megfogó egység, Tilt and lift bales = Billenő és beemelő kengyel, Single-lift elevator = Egy béléscsövet beemelő szállítószék, Casing = Béléscső



23. ábra: Dróthuzalos vitla



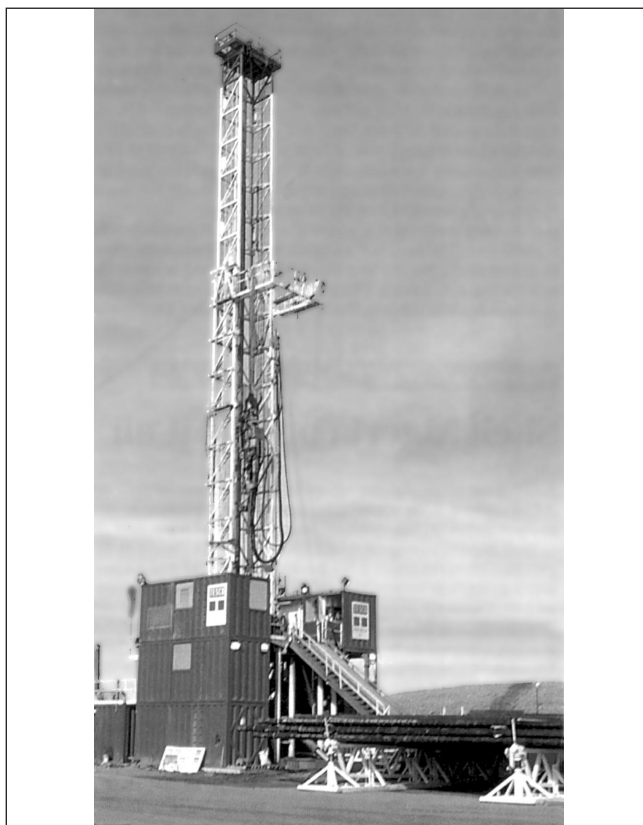
4.1.2. Béléscsővel történő fúráshoz kialakított fúróberendezések

A béléscsővel történő fúrási technológia alkalmazásához elengedhetetlen volt új fúróberendezések kialakítása. A hagyományos ki- és beépítések helyett a béléscsövek egyenkénti beszedése szükséges, ezáltal csökkenhetett a fúróárboc magassága, és az emelő berendezések is nagymértékben átalakultak.

A *mechanikus fúróberendezés* kialakításánál:

- könnyebb a fúróárboc és a felépítmény;
- csökken az általános és szállítási költség;
- kettéosztott koronacsigablokk van;
- kettéosztott mozgó csigasort alkalmaznak;
- elektromos dróthuzalos vitla biztosítja a fúrószár ki- és beépítését;
- felső meghajtó és béléscsőforgató rendszer van összeállítva (24–25. ábra).

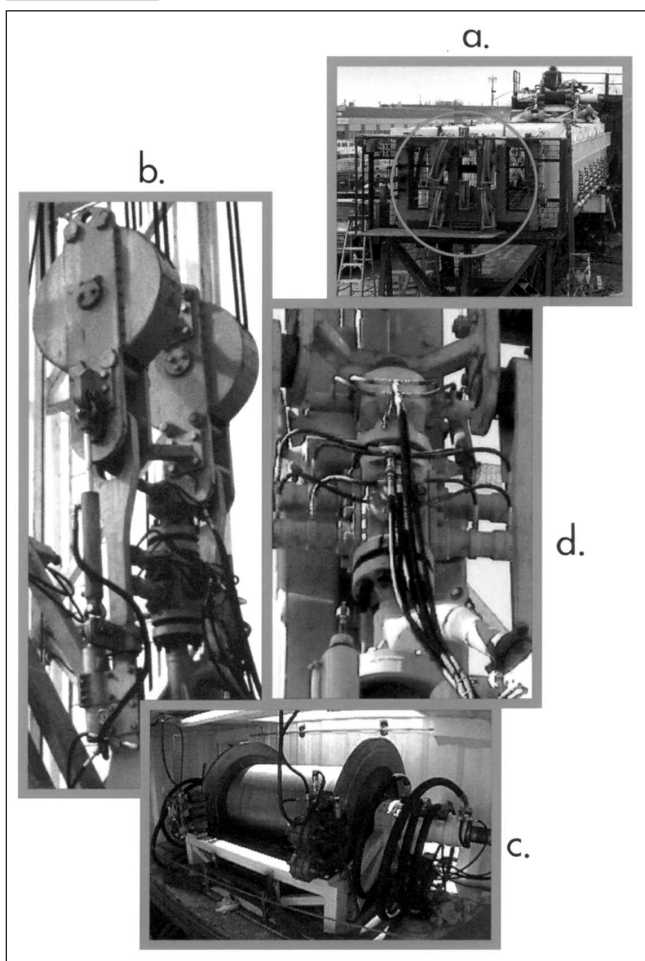
24. ábra: Béléscsővel történő fúráshoz kialakított mechanikus fúróberendezés



A hidraulikus-konténeres fúróberendezés kialakításánál a két gyártó – Drillmar Inc. (Houston, USA) és Huisman–Itrec (Rotterdam, Hollandia) – minden olyan tapasztalatot felhasznált, amely az eddigi béléscsővel történő fúrásoknál felhalmozódott. A LOC250 és a LOC400 (250 és 400 tonna emelőkapacitású) fúróberendezés (26. ábra, lásd BI):

- működtetése teljesen hidraulikus;
- teljesen konténerizált, azaz a fúróberendezés 22

25. ábra: Átalakítások (a) Kettéosztott korona csigablokk, b) Kettéosztott mozgó csiga-sor, c) Elektromos dróthuzalos vitla, d) Felső meghajtó- és béléscsőforgató-rendszer



darab, ISO szabvány szerinti modulban (20 láb x 40 láb = 6,1 méter x 12,2 méter) 24 óra alatt átszerelhető (kivétel a fúróárboc);

- automatizált béléscső- és fúrócsőkezelő rendszerrel rendelkezik;
- személyzete műszakonként 5 fő.

5. Béléscsővel történő fúráshoz használható béléscsövek

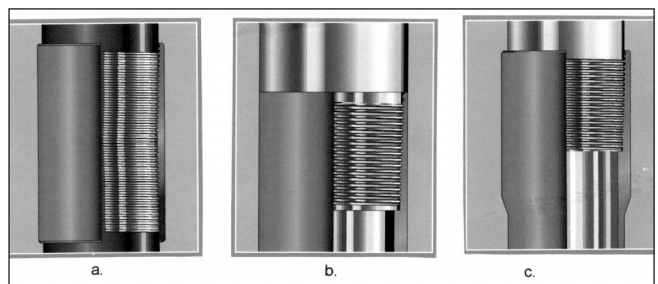
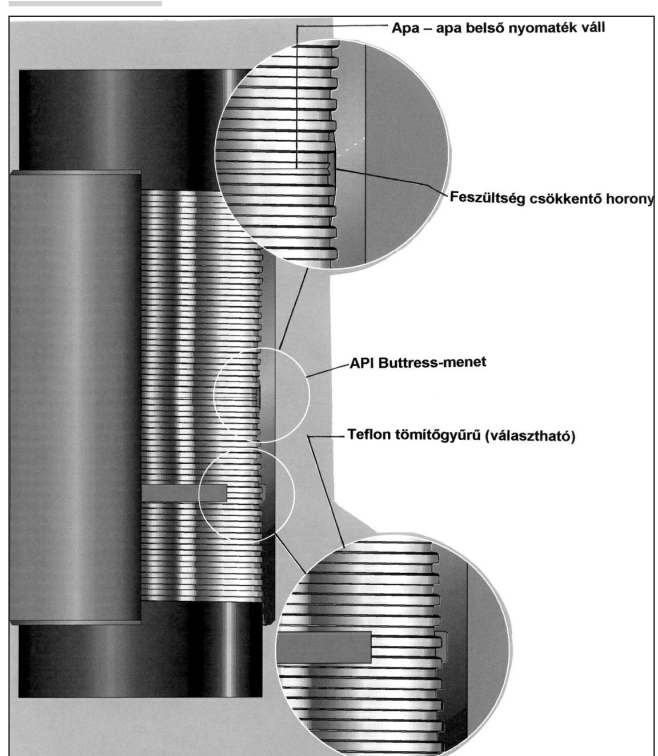
A béléscsővel történő fúráshoz az API zsinórmenetű béléscsövek (API Standard 5CT) nem használhatók, csupán a Buttress-menetűek (fűrészmenet), illetve annak továbbfejlesztett változatai.

Az eddigi fúrásokhoz az alábbi béléscsöveket (termelőcsövet) használták:

- TenarisHydril – Wedge 500 sorozat (511–521) $13\frac{3}{8}''$ – $18\frac{5}{8}''$
- Hunting KC Convertible LTC $5''$ – $9\frac{5}{8}''$
- GrantPrideco DWC sorozat $3\frac{1}{2}''$ – $13\frac{3}{8}''$
- TenarisHydril PJD (termelőcső) $3\frac{1}{2}''$ – $4\frac{1}{2}''$

A GrantPrideco, Inc. Tubular Technology and Services speciálisan a béléscsővel történő fúráshoz fejlesztette ki a DWC béléscsőmenet-sorozatot (27. ábra).

27. ábra: GrantPrideco DWC béléscsőmenet-sorozat (a) DWC/C és DWC/C-SR, b) DWC/DS és DWC/DS-SR, c) DWC/U és DWC/U-SR)



6. Béléscsővel történő fúrás öblítési viszonyai

A béléscsővel történő fúrás öblítési viszonyai nagyban eltérnek a hagyományos fúrásnál megszokott értékektől, az öblítési nyomás lecsökken, és jobb lyuktisztítás valósítható meg. Ennek legfőbb oka a geometriai méretekben való nagyfokú eltérés.

Az ugyanolyan mélységű fúrában, ugyanolyan öblítőfolyadék jellemzőkkel a Maurer Engineering programcsomag HYDMOD szoftverével végeztek hidraulikai számításokat mind a hagyományos, mind pedig a béléscsővel történő fúrás esetére.

A hagyományos fúrásnál szokásosan alkalmazott szivattyúzási folyadékáram esetén azt állapították meg, hogy ugyanazon folyadékárammal történő öblítés esetén a béléscsővel történő fúrás alacsonyabb szivattyúnyomással és jobb furadékkiszállítási viszonytal végezhető, azonban az egyenértékű öblítési sűrűség lényegesen magasabb. Ugyanazon furadékkiszállítási vi-

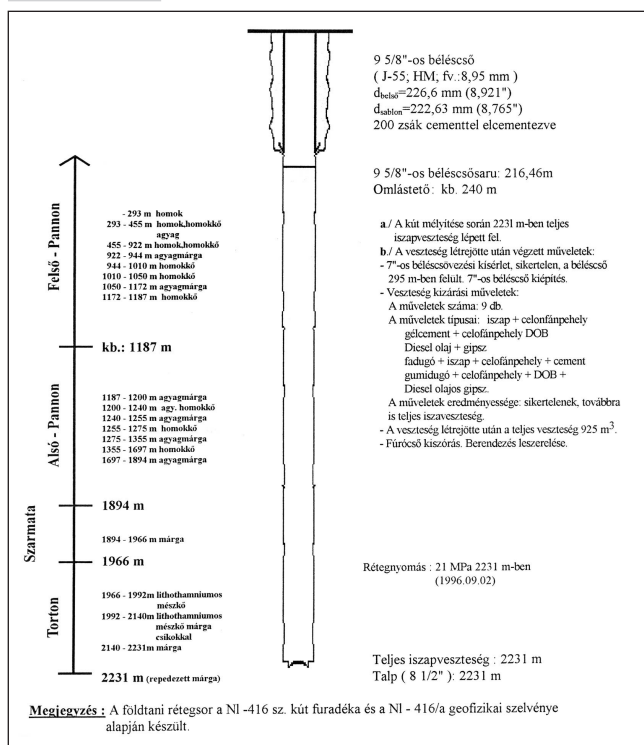
szony eléréséhez a béléscsővel történő fúrás esetén 25%-kal kevesebb öblítési folyadékáram elegendő, amely 40%-kal kisebb szivattyúnyomást eredményez, azonban az egyenértékű öblítési sűrűség még mindig viszonylag magas értéket ad. Az egyenértékű öblítésű sűrűség további csökkentésének lehetőségét az iszap-jellemzők megváltoztatása, elsősorban a plasztikus viszkozitás csökkentése és az öblítési folyadékáram további csökkentése adja. Azonban a szivattyúzási folyadékáram 40%-kal történt további csökkentésével a fúradékkiszállítási viszony 20%-kal romlik.

7. Magyarországi terv a béléscsővel történő fúrás kivitelezésére

7.1. Előzmények

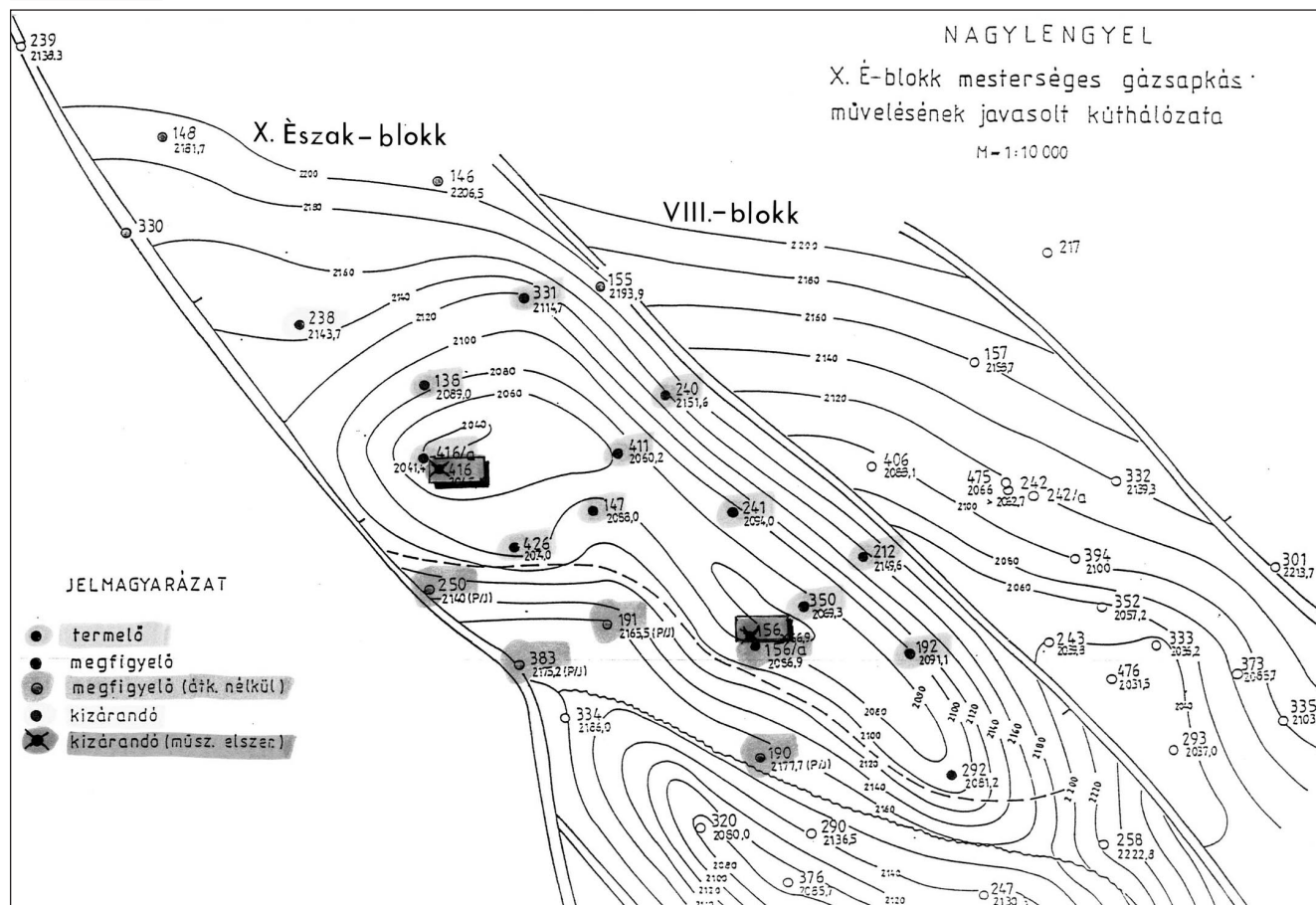
A Nagylengyel-mező X. Északi rudistás blokkban mélyített NI-156. és NI-416. számú kutak a fúrás során, a 8 1/2" méretű szelvényben elszerencsétlenül a hidrosztatikusnál alacsonyabb rétegnomású felsőkréta mészkőréteg elérésekor fellépett teljes folyadékvesztés után. Mindkét fúrásban a biztonsági 9 5/8" méretű béléscsősarut kis mélységben (NI-156 = 294,40 méter és NI-416 = 216,46 méter) helyezték el. A saru alatti nyitott 8 1/2" méretű szakaszban a felső-pannóniai homokrétegekből vízátfelződés jött létre, a fúrólyuk

28. ábra: Az NI-416. számú kút eredeti műszaki állapota



beomlott, és a 6 5/8" méretű termelési béléscsőoszlopot nem sikerült beépíteni (28. ábra).

29. ábra: Nagylengyel X. Észak-blokk kúthálózata

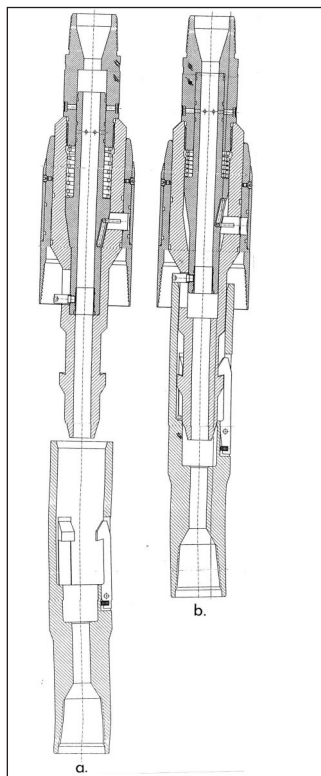


A nagylengyeli mező egyéb blokkjaiban az 1997-ben kivitelezés alatt álló CO₂-es művelést erre a blokkra nem tervezték. A X. Északi rudistás blokk szomszédos a CO₂-es művelés alatt álló VIII. rudistás blokk északi részével. A X. Északi rudistás blokk NI-411. számú kútjában CO₂-es földgázt és kőolajosodást észleltek, amely valószínűvé tette a CO₂ átáramlását a VIII. rudistás blokkból a CO₂-es művelésre nem kiképzett kutakkal rendelkező X. Északi rudistás blokkba. A fennálló veszély szükségessé tette a X. Északi rudistás blokk két elszerezésű kútjának biztonságos lezárását a veszélyes felső-kréta mészkőréteg felett a gázátfejtődés, illetve a kitörésveszély elkerülése végett (29. ábra).

7.2. NI-416. számú kút újrainyitási és kitisztítási művelete (103)

A kizárási művelet fő célkitűzése az eredeti fűrólyuk lezárása volt a felső-kréta mészkő felett a felső-pannóniai homok, homokkőrétegek alsó szintjében, a lehető legmélyebben. Ez a szint 1200 méter alatt van. Egyszerű cementdugó elhelyezésével a kizárási művelet nem volt megvalósítható, mivel nem ellenőrizhető a zárása. További cél volt még az eredeti fűrólyukban maradás, 1800 méterig – az alsó-pannóniai Lenti-márga tető alatt 100 méterig – történő lyuktisztítás és geofizikai megfigyelőkúttá történő kiképzés. Amennyiben az utánfúrások során bekövetkező kútbeomlások lehetetlenné tettek volna a béléscsővezést, akkor vált volna szükségessé a béléscsővel történő fűrás, lyuktalpi motorral, lyukbővítővel és visszanyerhető beakasztott fűrószárral.

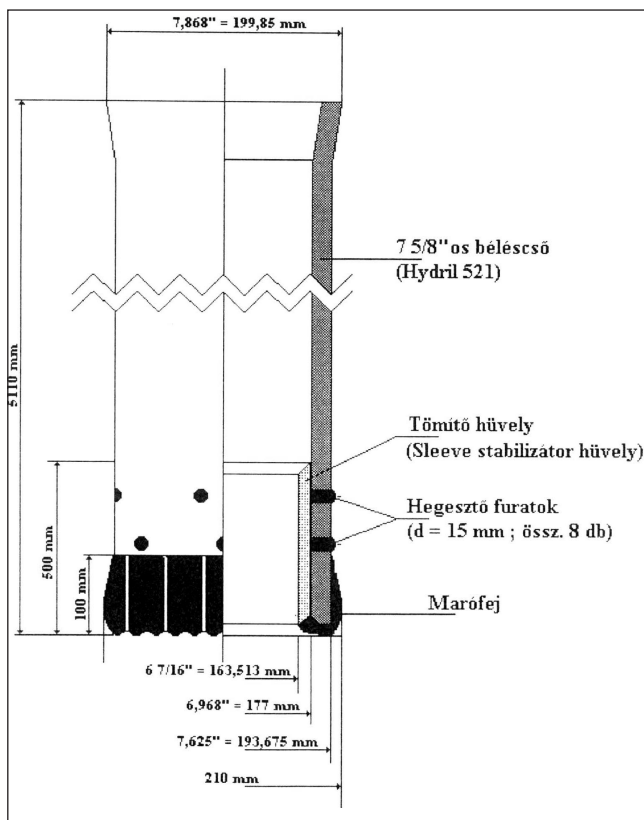
30. ábra: BecField akasztórendszer (oldószerkezet) (a) Kioldott helyzet, (b) Összeakasztott helyzet



Tekintettel arra, hogy Magyarországon még sehol sem alkalmazták a béléscsővel történő fűrást, ilyen jellegű tapasztalat még nem állt rendelkezésre, ezért egy szerviztársaságot – akkor a PHOENIX Drilling Services csoporthoz tartozó BecField Drilling Services GmbH, jelenleg Weatherford – bízták meg a szükséges fűrószerszám-összeállítás megtervezésével és biztosításával. A BecField legyártotta az akasztórendszert (oldószerkezetet), (30. ábra) és

szolgáltatta a lyuktalpi motort. A lyukbővítőt (SERVCO 5 3/4”–9” Reamaster [XTU] Series 5700) a Smith International Deutschland GmbH-től, a felső meghajtást (S-3,5 Power Swivel) a Baker Oil Tools Celle District Office-től bérelték. A 7 5/8”-es nem visszanyerhető béléscsőfűrót (vágósarut) a Rotary Fűrási Rt. készítette el (31. ábra). A béléscsővel történő fűrás tervezett szerszám-összeállítása (32. ábra):

31. ábra: 7 5/8”-es béléscsőfűró (vágósaru)



• 7 5/8” béléscső (Hydril Series 500 Type 521; J55; 26,4 lb/ft; 8,3 mm),

• akasztórendszer (oldószerkezet),

• 3 1/2” fűrócső,

• 6 1/2” 625M7828 típusú lyuktalpi motor,

• 5 3/4”–9” SERVCO Reamaster [XTU] Series 5700 típusú lyukbővítő (bővítőfűró),

• 3 1/2” fűrócső,

• 6” görgős fűró.

Tervezett fűrási paraméterek:

• öblítési ütem jobbról 800–1000 liter/perc,

• öblítési ütem balról 300–500 liter/perc,

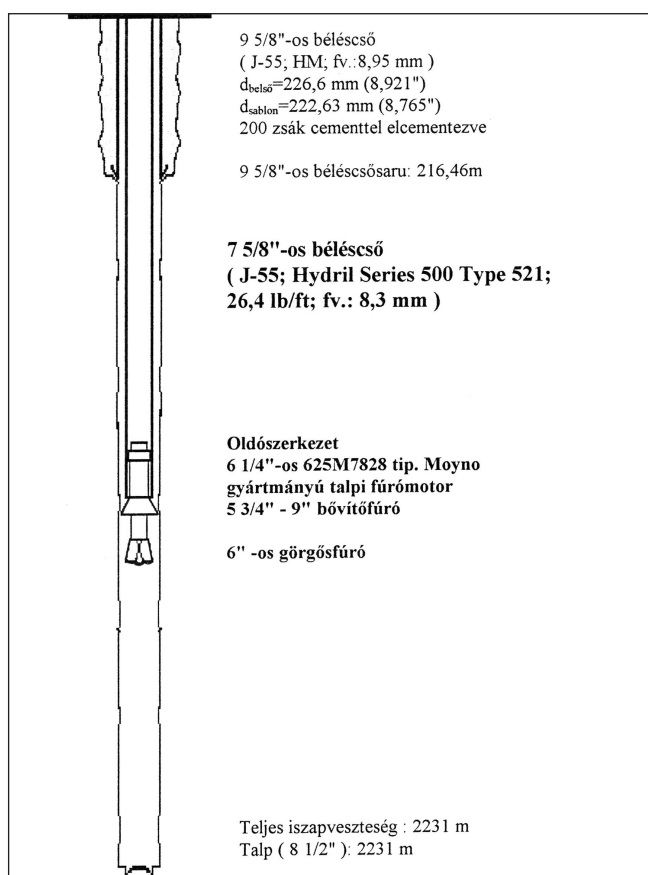
• terhelés 3–5 tonna,

• fordulatszám (béléscső) 60–80 fordulat/perc,

• öbítőfolyadék típusa jobbról történő öblítéshez 3–6% bentonitos szuszpenzió,

• öbítőfolyadék típusa balról történő feltöltéshez 3–6% bentonitos szuszpenzió + „NF-seal seepage” iszapvesztés-csökkentő.

32. ábra: Béléscsővel történő fúrás tervezett szerszám-összeállítása (NI-416.)



A szükséges eszközök beszerzése és összeszerelése után műhelyben kipróbálásra került a béléscsővel történő fúrás szerszám-összeállítása, és az tökéletesen működött. A fúrási személyzet oktatása és gyakoroltatása után kezdődött meg a kút újrainvitási és kizárási művelete, a 8 1/2" méretű görgős fúróval a fúrólyuk újrainvitása és kitisztítása teljes vagy részleges iszapvesztesség mellett, 750 méter mélységig. A 7 5/8"-es béléscsővezés előtt a fúrólyukat 9"-re bővítették. A béléscsővezés előtt a felső meghajtást is felszerelték, hogy szükség esetén a béléscsővel történő fúrással helyezzék megfelelő mélységbe a béléscsőoszlopot. Mivel a 7 5/8" méretű béléscsőoszlop akadálytalanul beépíthető volt 748,2 méter mélységig, így a jól előkészített, hazánkban az első béléscsővel történő fúrással nem került sor. Azóta – 1997 óta – ilyen igény nem merült fel.

8. Összefoglalás

A béléscsővel történő fúrás több előnnyel bír – első sorban az átmeneti zónák, a kimerült és az alacsony nyomású tárolók, az omlásra, a duzzadásra és a kimosódásra hajlamos rétegek átfúrására, a kulcslyukképződések elkerülésére, valamint a betétcsövek elhelyezésére – a hagyományos fúrási technológiával szemben. A hagyományos fúróberendezések a kiegészítő eszközök felszerelésével alkalmassá tehetők a béléscsővel

történő fúrással kivitelezésére, azonban a béléscsővel történő fúrás leggazdaságosabban az erre a célra kialakított fúróberendezésekkel végezhető.

A lyuktalpi szerszám-összeállítás merőben más, mint a hagyományos fúrás esetén alkalmazottak, ezért és a kútszerkezetek sokfélesége miatt a zavarmentes kivitelezéshez gondos tervezés, az új, erre a célra kifejlesztett eszközök használata, továbbá az erre a munkálatokra specializálódott szervizszolgáltatás igénybevétele ajánlott.

Ugyanazon furadékkiszállítási viszony eléréséhez a béléscsővel végzett fúrás esetén elegendő csaknem 30%-kal kisebb öblítési folyadékáram, amely arányosan kisebb szivattyúnyomással biztosítható, az egyenértékű öblítési sűrűség azonban még a csökkentett folyadékáram mellett is a hagyományos fúrásnál lényegesen nagyobb értéket ad.

A béléscsővel végzett fúrás öblítési viszonyai optimalizálásának – eltérően a hagyományos fúrástól – az egyenértékű öblítési sűrűség, a furadékkiszállítás hatékonysága és a fúvókákon történő nyomásesés optimális értékeinek meghatározására kell kiterjednie.

Ugyan Magyarországon még nem került sor a béléscsővel történő fúrás technológiájának alkalmazására, a hazai szakemberek az NI-416. számú kút újrainvitási, kitisztítási és lezárási tervében – több lehetőség mellett – a 7 5/8" méretű béléscsőbefúrás technológiáját is kidolgozták, a műveletet megtervezték, a szükséges eszközöket beszerezték, és ezzel jelentős lépést tettek az új technológia előkészítésében. Az előkészítési munkálatok megmutatták, hogy a béléscsővel történő fúrás technológiai és technikai fejlesztése elengedhetetlen, s alkalmazása napjainkban szükségessé válhat.

Irodalom

- [1] Hudson and Dobson: One-step drilling system. BESTLINE Liner System, Bakersfield, California, 1992.
- [2] Gonzales, M. (Personal communication): Drilling with tubing at the King Ranch, South Texas, 1993.
- [3] Cranfield, L., Shell Deepwater Development Inc. (Personal Communication): Drilling, casing and cementing in one trip, 1993.
- [4] Sinor, L. A.: Liner drilling for depleted pay. Amoco internal report F94-P-86, Aug. 11, 1994.
- [5] Sinor, L. A.: Innovative drilling technology – rotary liner drilling system for depleted reservoirs. Amoco internal report F95-P-110, Nov. 28, 1995.
- [6] MOBPTech is a U.S. – registered E & P Technology Cooperative Program between Mobil, BPAmoco Texaco and Chevron that was chartered in 1996.
- [7] McCarthy and Lilley: Reamer shoe gets casing to TD. BP Down-hole Talk, Issue 58, June 1996.
- [8] Vogt, C. – Makohl, F. – Suwarno, P. – Quitzan, B.: Drilling liner technology for depleted reservoirs. SPE 36827. Presented at the European Petroleum Conference, Milan, Oct. 22–24, 1996.
- [9] A Drilling-Liner System for a Depleted Reservoir. JPT, September, 1996.
- [10] Sinor – Tybero – Eide – Senande: Rotary liner drilling for

- depleted reservoirs. IADC/SPE 39399. Presented at the IADC/SPE Drilling Conference, Dallas, Marc. 3–6, 1998.
- [11] *Hahn, D. – Makohl, F. – Watkins, L.*: Casing – while – drilling system reduces hole-collapse risks. Controlling high differential pressures between adjoining formations. Offshore, February, 1998, 54–59. p.
 - [12] *Sinor, L. A. – Tybero, P. – Eide, O. – Wemands, B. C.*: Rotary liner drilling for depleted reservoirs. Part1: Problem definition, concept development in Valhal 2/8A–1A and lab testing of various bit-type liner shoes. WO, November, 1998, 81–84 p. Part2: Field results and RLD developments in Valhall field. WO, December 1998, 79–84. p.
 - [13] *Sukup et al.*: Casing while drilling, 1998. Mobil Technology Co. Report.
 - [14] *Sinor, L. A. – Tybero, P. – Eide, O. – Wemands, B. C.*: Rotary liner drilling for Depleted reservoirs. JPT, February, 1999, 63–65. p.
 - [15] *Santos, H. – Placido, J. C. R. – Walter, C.*: Consequences and Relevance of Drillstring Vibration on Well bore Stability. SPE/IADC 52820. Presented at the SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, Marc. 9–11, 1999.
 - [16] *Tessari, R. M. – Madell, G.*: Casing Drilling – A Revolutionary Approach to Reducing Well Costs. SPE/IADC 52789. Presented at the SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, Marc. 9–11, 1999.
 - [17] *Tessari, R. M. – Madell, G. – Warren, T. M.*: Casing Drilling – A Revolutionary Approach to Reducing Well Costs. No. 99–121. Presented at the CADE/CAODC Spring Drilling Conference, Apr. 7–8, 1999.
 - [18] *Laurent, M. – Angman, P. – Ovenson, D.*: A New Generation Drilling Rig: Hydraulic Powered and Computer Controlled. No. 99–120. Presented at the CADE/CAODC Spring Drilling Conference, Apr. 7–8, 1999.
 - [19] *Tessari, R. M. – Madell, G. – Warren, T. M.*: Drilling with casing promises major benefits. OGI, May 17, 1998, 58–62. p.
 - [20] *Laurent, M. – Angman, P. – Ovenson, D.*: Hydraulic rig supports casing drilling, WO, September, 1999, 61–66. p.
 - [21] *Tarr, B. – Sukup, R.*: Casing-while-drilling: The next step change in well construction. WO, October, 1999, 34–40. p.
 - [22] Casing technology improves. Hart's E&P, November, 1999, 135–136. p.
 - [23] Casing drilling improves time safety by reducing trip time. Hart's E&P, February, 2000, 93. p.
 - [24] *Warren, T. M. – Angman, P. – Houtchens, B.*: Casing-Drilling-Application Design Considerations. SPE 59179. Presented at ISDC/SPE Drilling Conference, New Orleans, 23–25 February 2000. JPT, February, 2000, 26–28. p.
 - [25] *Von Gloth, H.*: Bohr- und Komplettierungstechnik im On- und Offshorebereich. Erdöl – Erdgas – Kohle, 117. Jahrgang, Heft 1, Januar, 2001, 30–34. p. Presented at the 16. Welt – Erdöl – Kongress, 24 November in Freiberg.
 - [26] *Warren, T. M. – Houtchens, B. – Portas, W. R. Jr.*: Casing drilling with directional steering in the US Gulf of Mexico Part I.: Reducing time to drill surface hole. Offshore, January, 2001, 50–53. p. Part II.: Challenges in two Timbalier wells. Offshore, February, 2001, 40–42. p.
 - [27] *Ghiselin, D.*: Casing drilling proves itself. Hart's E&P, April, 2001, 19 p.
 - [28] *Shepard, S. F. – Reiley, R. H. – Warren, T. M.*: Casing Drilling: An Emerging Technology. SPE 67731. Presented at 2001 SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, 27 February – 1 March. JPT, May 2001, 29–30. p.
 - [29] Casing Drilling. Conoco, Tesco unveil groundbreaking way to break ground. OIL GAS European magazine 1/2002, 40. p.
 - [30] *Shepard, S. F. – Reiley, R. H. – Warren, T. M.*: Casing Drilling successfully applied in Southern Wyoming. WO, June 2002, 33–41. p.
 - [31] *Fontenot, K. – Warren, T. M. – Houtchens, B.*: Casing drilling successful in South Texas. WO, October 2002, 27–32. p.
 - [32] DrillShoe. Weatherford. Hart's E&P, November 2003, 19. p.
 - [33] *Gordon, D. – Billa, R. – Weissmann, M. – Hou, F.*: Underbalanced Drilling with Casing Evolution in the South Texas Vicksburg. SPE 84173. Presented at the SPE annual Technical Conference and Exhibition, Denver, Colorado, U.S.A., 5–8. October, 2003.
 - [34] *Pruner, A.*: Casing Drilling: How the pieces fit. WO, March 2003, 69. p.
 - [35] *Snyder, R. E.*: World's first casing drilling from a floater. WO, April 2003, 19. p.
 - [36] *Pruner, A.*: Key issues and technologies for the rapidly evolving casing while drilling technique. WO, March 2004, 63–65. p.
 - [37] *Quitau, B. – Leach, C.*: Extending casing points in abnormal pressure using drill-in liners. WO, March 2004, 57–60. p.
 - [38] *Smith, K. – Houtchens, B. – Givens, G. – Bailey, G. – Reeves, D.*: Close tolerance liner drilling and requirements for deep-water applications. WO, July 2004, 27–33. p.
 - [39] *Millheim, K.*: Conundrum: When to adopt technology. E&P, July 2004, 7–10. p.
 - [40] *Daneshy, A. – Shook, M.*: asses, understand market dynamics. E&P, August 2004, 7–8. p.
 - [41] *Fisher, A. M. – Reid, D. A. – Tan, M. Z. – Galloway, G. G.*: Extending the Boundaries of Casing Drilling. JPT, December 2004, 33–34. p.
 - [42] Hughes Christensen EZCase drilling shoe. JPT, December 2004, 22. p.
 - [43] *Bicford, D. L. – Mabile, M. J.*: Casing drilling selection for Stratton field, Texas. WO, March 2005, 57–60. p.
 - [44] *Strickler, R. D. – Wadsworth, T. M.*: Drilling with casing: Are you damaging your casing? WO, March 2005, 51–53. p.
 - [45] *Lakey, N.*: Offering strong economic benefits, casing drilling grows with success. Canadian International Operations' Guide, 31–32. p.
 - [46] Containerized rig cuts costs of casing while drilling. Offshore, August 2005, 128. p.
 - [47] *Clark, I. – McClain, E.*: Liner drilling more the niche. E&P, May 2005, 107–109. p.
 - [48] *Strickler, R. – Mushovic, T. – Warren, T. – Lesso, B.*: Casing Directional Drilling With a Rotary Steerable System. SPE 92195. Presented at the 2005 SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, 23–25 February. JPT, November 2005, 52–54. p.
 - [49] *Borland, B. – Watts, R. – Warren T. – Lesso, B.*: Casing directional drilling is ready to go offshore. WO, March 2006, 33–37. p.
 - [50] *Fontenot, K. – Strickler, R. d. – Molina, P.*: Casing while drilling „smear effect” improves wellbore stability. WO, March 2006, 27–30. p.
 - [51] Weatherford. Intl. Ltd.: Casing Running/Drilling System. JPT, May 2006.
 - [52] *Hossain, M. M. – Amra, M. M.*: Casing While Drilling – an Alternative Approach in Drilling Operations for Arabian Formations. OGEM, 3/200, 136–141. p.
 - [53] *Reid, D.*: Casing Drilling in an Offshore Environment. Global Offshore Report 2006 September, 18–20. p.
 - [54] *Cummins, T.*: New tool makes casing drilling faster. E&P September 2006, 81–82. p.
 - [55] *Borland, B. – Watts, R. – Lesso, B. – Warren, T.*: Preparations for offshore casing directional drilling. Offshore, September 2006, 86–87. p.
 - [56] *Borland, B. – Watts, R. – Lesso, B. – Warren, T.*: Designing High-Angle, Casing-Directionally-Drilled Wells. OTC 18374.

- Presented at the 2006 Offshore Technology Conference, Houston, 1–4 May. JPT, November 2006, 52–55. p.
- [57] *Schneider, W.*: Casing Drive System drives safety, efficiency. E&P, January 2007, 97–98. p.
- [58] *Liner Drilling*. Baker Oil Tools & Hughes Christensen. JPT, February 2007, 32. p.
- [59] *Rosenberg, S. – Reid, D.*: Drillable bit is key to successful DwC operations. E&P, February 2007, 93–94. p.
- [60] *Rosenberg, S. – Odell, A. – Robinson, R.*: Casing while drilling and stage-tool cementing combined to mitigate down-hole conditions, WO, March 2007, 59–64. p.
- [61] *Warren, T. – Tessari, R. – Veltri, D.*: Two salt dome wells successfully drilled using casing while drilling. WO, March 2007, 67–70. p.
- [62] *Wijning, D.*: Containerized CWD rig cuts costs. E&P, June 2007, 115–116. p.
- [63] *Houtchens, B. – Foster, J. – Tessari, B.*: Analysis of casing while drilling shows Faster drilling, higher production rates. WO, March 2008, 101–106. p.
- [64] *Martinez, J. F. G. – Diaz, H. J. – Gambos, M. – Orellan, S. – Balen, A. V.*: Casing While drilling results in safer drilling, larger wellbores. WO, April 2008, 68–73. p.
- [65] *Pallanich, J.*: A new direction in CwD. Offshore Engineer, May 2008, 43–45. p.
- [66] *TESCO: Casing Drilling*, 2002.
- [67] *TESCO: Casing Drive System*. Bulletin 41000e, 2002.
- [68] *TESCO: Casing Drilling Report*, 2002.
- [69] *Casing Drilling: Saving Time, Saving Money*. A Supplement to: Hart's E&P, September 2002.
- [70] *Weatherford: Drilling with Casing (DwC) System*. 2003.
- [71] *World Oil: Casing While Drilling Handbook*. 2003.
- [72] *Grant Prideco: DWC, Drilling With Casing, Tubular Technology and Services*. 2003.
- [73] *Weatherford: OverDrive. Casing Running and Drilling System*. 2005.
- [74] *Weatherford Magazine: Expecting More from Top-Drive Casing*. June 2006, 11–12. p.
- [75] *Weatherford Magazine: Better Ways to Get to Bottom*. June 2007, 7–10. p.
- [76] *Federer Gabriella Petra: A béléscsóvel végzett mélyfúrás alkalmazásának feltételei*. Diplomater. ME, 2003.
- [77] *Warmerdam, B. – Cummings, T. – Thomson, C.*: Casing reaches bottom successfully on North Sea's Scott platform. WO, June 2008, 67–69. p.
- [78] *Moellendick, E.*: Casing Drilling improves mature field production, eliminates fluid losses, directionally drill wells. Drilling Contractor, July/August 2008, 76–78. p.
- [79] *Montgomery, M. – Sommier, E. – Wiggins, D.*: New technologies aid in exploration, production success. Offshore, July 2008, 85–87. p.
- [80] *Weatherford: Casing Running and Drilling*. JPT, August 2008, 26 p.
- [81] *Robinson, S. D. – Bealessio, T. M. – Shafer, R. S.*: Casing drilling eliminates lost returns. WO, March 2009, 31–37. p.
- [82] *Fu, F. – Acties, S. C. – Strachan, K.*: Casing drilling optimizes pre-drill program's drilling efficiency. WO, March 2009, 39–42. p.
- [83] *Avery, M. – Stephens, T. – Al-Hadad, A. K. – Turki, M. – Abed, M.*: High-Angle Directional Drilling With 9½-in. Casing Offshore Qatar. JPT, April 2009, 45–47. p.
- [84] *Waggoner, J.*: Drilling with casing offshore Congo. Offshore, May 2009, 70–72. p.
- [85] *Pritchard, D. M. – Kotow, K. J.*: Riserless drilling with casing: GOM well design model requires change for deepwater drilling. Drilling Contractor, July/August 2009, 42–45. p.
- [86] *Huisman rig completes 1st well in 6 weeks; drill surface hole using drilling with casing*. Drilling Contractor, July/August 2009, 12 p.
- [87] *Avery, M. – Stephens, T. – Al-Hadad, A. K. – Moellendick, E. – Turki, M. – Abed, M. – Lesso, B.*: Directional Casing Drilling while Drilling eases path through Nahr Umr shale off Qatar. Offshore, September 2009, 46–48. p.
- [88] *Flemming, T.*: CASING DRILLING™ Field Test on Mittelplate A22. Oil Gas European Magazin, 4/2009, 166–168. p.
- [89] *Pallanich, J.*: Casing drilling comes of age. Offshore Engineer, December 2009, 31–32. p.
- [90] *Kunning, J. – Wu, Y. – Thomson, I. J. – Marschall, L. – Daigle, D. – Mata, H. J. – Pena, R. – Hensgens, M. – Epply, B.*: Non-retrievable Rotating-Liner Drilling SysTem Deployed Successfully. JPT, April 2010, 49–50. p.
- [91] *Torsnvoll, A. – Abdollahi, J. – Eidem, M. – Weltzin, T. – Hjelle, A. – Rasmussen, Krueger, S. – Schwartz, S. – Freyer, C. – Huynh, T. – Sorheim, T.*: Steerable liner drilling. WO, April 2010, 41–48. p.
- [92] *Terde, N.*: Steerable drilling liner technique speeds progress through unstable formations. Offshore, April 2010, 66 p.
- [93] *Torsnvoll, A. – Abdollahi, J. – Eidem, M. – Weltzin, T. – Hjelle, A. – Rasmussen, Krueger, S. – Schwartz, S. – Freyer, C. – Huynh, T. – Sorheim, T.*: World's first steerable drilling liner system successfully field tested offshore Norway. Drilling Contractor, May/June 2010, 66–74. p.
- [94] *HALLIBURTON–TESCO: Directional Casing While Drilling*, 2008.
- [95] *Whanger, K. – Lowe, E.*: Liner drilling beats lost circulation at 25,000 ft. Offshore, June 2010, 58–59. p.
- [96] *Weatherford: Subsea drilling with casing*, 2010.
- [97] *Pritchard, D. – York, P. L. – Beattie, S. – Homnagon, D.*: Drilling hazard management: Integrated mitigation methods. WO, December 2010, 49–54. p.
- [98] *Rosenberg, S. M. – Gola, D. M.*: Liner drilling technology reduces non-productive time. Offshore, June 2011, 48–53. p.
- [99] *Weatherford: Defyer™ Series Drillable Casing Bit*. 2009.
- [100] *Cummins, T.*: Evolution From Casing Running to Assurance of Total Depth. JPT, September 2011, 24–26. p.
- [101] *PDC Drilling-With-Casing Bit*, Varel International. JPT, August 2011, 26. p.
- [102] *Ősz Árpád: A fűrólyukak utánfűrása. Kőolaj és Földgáz* 16. (116.) évfolyam 5. szám, 1983. május, 139–141. o.
- [103] *Gál János – Németh Zoltán – dr. Meidl Antal – Ősz Árpád: NI-416. sz. kút kizárási műveletének kiviteli terve*. 1997.

SR. ÁRPÁD ŐSZ (dipl. petroleum engineering, dipl. manager engineering, MOL Plc. expert, member of OMBKE and SPE): EXTRAORDINARY DRILLING, COMPLETION AND WORKOVER TECHNOLOGIES, MATERIALS AND TOOLS
1. DRILLING WITH CASING

The global leading petroleum exploration and production and service companies have invested and are investing major efforts and energy/time to eliminate technical and geological difficulties in hydrocarbon exploration, appraisal and production in order that areas so far inaccessible due to such difficulties can be explored, and drilling process can be made faster, more reliable and profitable. As a result a new drilling technology with casing has been developed but not yet applied in Hungary. TESCO Corporation, Baker Hughes Incorporated and Weatherford International Ltd. have implemented significant results in developing this revolutionary new technology and the related equipments.

NEKROLÓG

DUDÁS JÓZSEF (1932–2012)



A szeretett felesége halála után még zárkóztabb életet élő *Dudas József* aranyokleveles olajmérnök 2012. július 27-én örökre elaludt.

A magyar szénhidrogénipar egyik kiemelkedő személyiségének életútjáról lapunk 2007/8. számában – aranyoklevelének átvétele kapcsán – szerepelt részletes ismertetés, így életútjának csak fontosabb állomásait említhetjük:

1951-ben kitűnően érettségizett, majd egy évig a MEDIMPEX vállalatnál statisztikus; 1957-ben vette át olajmérnöki diplomáját a Miskolci Egyetemen; 1957–1967 között a Kőolajipari Tröszt, majd az OKGT kutatómérnöke, osztályvezetője; 1967–1970 között az OGIL Laboratóriumi Főosztály Művelésterve-

zési Osztály vezetője; 1970–1990 között a Nehézipari Minisztériumban, majd a jogutód Ipari Minisztériumban dolgozott, ahonnan miniszteri főtanácsosként nyugdíjazták. Egy cikluson át az OKGT Felügyelő Bizottság elnökhelyettese.

Halálával a magyar szénhidrogénipar ismét egy nagy tudású szakembert veszített el. Temetésére szűk családi körben, szülővárosában, Isaszegen került sor 2012. augusztus 7-én egyházi szertartás szerint. Mivel a temetésén nem tudtunk jelen lenni, ezúton mondunk Neki utolsó Jó szerencsét!

Nyugodjék békében!

(Készült dr. Horn János emlékezése alapján.)

GALAMBOS IMRE (1939–2013)



jezte be. Kőolaj-finomító vegyész-mérnök képesítést szerzett, pályafutása a Szőnyi Finomítóban kezdődött 1963-ban.

A Répcelaki Szénsavtermelő Vállalat Mihályi telephelyén 1969. január 2-án bekövetkezett – 9 áldozattal járó – robbanás után őt bízták meg a gyár helyreállításával, ezért 1970-ben áthelyezték Szőnyből. 31 évesen ő lett a Répcelaki Szénsavtermelő Vállalat igazgatója, egyben az ország legfiatalabb gyár-igazgatója. Munkája – köztük a romok eltakarítása, a vállalat korszerűsítése, laboratórium létrehozása, számos fejlesztés (pl. a haszifonpatron bevezetése) rengeteg stresszel járt. Közben mérnök-közgazdász diplomát szerzett. A korszerű fejlődés és a munka megszállottja volt. (Betegsége, amit felesége és gyermekei minden módon igyekeztek enyhíteni, ekkor kezdődött, bő 38 évvel ezelőtt.)

1974-től Moszkvában élt szintén vegyész feleségével, lányával és fiával. Kőolajipari

szakértőként 5 évig képviselte Magyarországot a KGST központi apparátusában.

Hazatérése után, 1979-ben az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Nemzetközi Főosztályának vezetője lett, s onnan ment nyugdíjba 1998-ban.

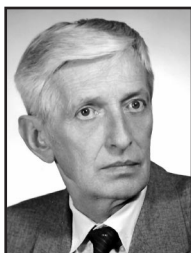
Számos szakmai és állami kitüntetés birtokosa volt. Magas beosztásai ellenére végtelesen szerény maradt. Hihetetlen munkabírása, vállalkozói merészsége, kitartása, erős igazságérzete, kifogyhatatlan türelme, segítőkészsége, magas fokú tisztessége és becsülete kivívta az emberek elismerését, tiszteletét, szeretetét.

Türelmével viselt több évtizedes betegsége és a hozzá nem méltó szenvedések után szerettei körében, lánya szentendrei otthonában hunyt el 2013. január 16-án.

Nyugodjék békében!

(Készült Stiffel Lászlóné emlékezése alapján.)

Dr. RÉVÉSZ ISTVÁN (1944–2013)



Szeretett és tisztelt kollégánk, barátunk, *dr. Révész István* geológus 2013. január 24-én – 69 éves korában – végleg befejezte földi pályafutását. Az olajiparban eltöltött 45 éves munkásságával időtlen értékeket hozott létre mind szakmai, mind emberi vonatkozásban.

Pályáját 1967-ben – az akkor alakult OKGT Laboratóriumban – kezdte. A nem sokkal korábban (1965) felfedezett Algyő mező bázisitelepeinek üledékföldtani szemléletű rétegtani azonosításával úttörő szerepet töltött

be, munkája meghatározó volt a mező művelése során. Forradalmian újat alkotott mind a delta elmélet bevezetésének és a karottázás-szelvények szedimentológiai értelmezésének egyik úttörőjeként (amely alapjaiban változtatott meg a homokkővek, így a telepek térbeli elterjedéséről alkotott képet), mind az eredmények szeizmikus értelmezéssel történő integrálásában. Szemléletével sok-sok sikeres kutatófúrás geológiai modelljének kidolgozásában volt jelentős szerepe.

Ő hozta létre és nyugdíjba meneteléig vezette a „Magyar Olajipar Szedimentológiai Laboratóriumát”, melynek eredményei a mai napig meghatározóak. Hű volt a geológiához, első munkahelyéhez. Az utolsó hetekig tevékeny részese volt a kutatásnak, szakértelmére mindvégig számítani lehetett. A szénhidrogéntárolók szedimentológiai vizsgálatainak kiemelkedő végzéséért és koordinálásáért 1996-ban a „Magyar Olajiparért” bronz fokozata kitüntetésben részesült.

A Magyarhoni Földtani Társulat „Tiszteleti Tag”-jának választotta 2010-ben – ezzel is

merve el több mint 45 év állhatatos társadalmi munkáját. Korábban Emlékgyűrűvel (1991), majd „Pro Geologia Applicata” emlékéremmel is jutalmazták (2006). Az MFT Alföldi Területi Szervezetének hosszú időn keresztül titkáráként, majd elnökeként szervezte rendezvényeit. A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége 1995-ben „Vedres István”-emlékéremmel, 1996-ban „MTESZ Díj”-jal tüntette ki.

Révész István „régí vágású” szakember volt, aki nemcsak maradandót alkotott, tudását cikkekben, előadásokban is megmutatva, de gondolkodásmódjával, megbízhatóságával, csendes szerénységével emberi példát is mutatott. 2012. november 16-án, az Alföldi Területi Szervezet NosztaGEO című egész napos rendezvényén, Algyőn a faluházban több mint száz résztvevő tapsolta meg, elismerve értéktelítő munkásságát. Nem gondoltuk akkor, hogy ez lesz az utolsó találkozásunk.

Emlékét megőrizzük!

(Munkatársai)

Az OMBKE Választmányának ülése

(Budapest, 2013. március 26.)

Az egyesületi székházban megjelentek az alábbi napirendekről tanácskoztak:

1. Elnöki tájékoztató az előző választmányi ülés óta történt fontosabb eseményekről

Előadó: dr. Nagy Lajos elnök

A küldöttgyűlésnek a szakmai múzeumokra vonatkozó határozata szellemében az egyesület képviselői: dr. Lengyel Károly főtitkár, dr. Gagyai Pálffy András ügyvezető igazgató, Bircher Erzsébet, a Központi Bányászati Múzeum igazgatója és Tóth János, a Magyar Olajipari Múzeum igazgatója 2013. január 19-én megkeresték Németh Lászlóné nemzeti fejlesztési minisztert. A miniszter asszony meghallgatva a szakmai múzeumok állapotáról és problémáiról szóló tájékoztatót, közölte, hogy a szakmai múzeumok és gyűjtemények kérdését a kormány együtt kívánja kezelni a művészeti és egyéb gyűjtemények országos rendezésével, valamint a múzeumi negyed ügyével. Egyesületünk nevében javasolták, hogy az ipari gyűjtemények egységes felügyeletét célszerűbb lenne az ipar irányításához rendelni.

A hagyományos lillafüredi bálon a résztvevők száma a korábbi évekhez képest kevesebb volt. Fokozni kellene a részvételi kedvet.

2013. március 15-én dr. Tolnay Lajos tiszteleti elnök és dr. Gagyai Pálffy András ügyvezető igazgató Kolozsvárott tárgyalt az EMT vezetőivel az együttműködési kapcsolatok továbbviteléről. A megújított együttműködési szerződés aláírására várhatóan április 8-án, Besztercén kerül sor.

A szakmai utánpótlás kérdéséről a Miskolci Egyetemen április 19-én tartandó választmányi ülésen tanácskoznak egyesületi és felsőoktatási szakembereink.

Dr. Lengyel Károly főtitkár részletesen beszámolt az NFM-ben folytatott nyitott légkörű, jó hangulatú tárgyalásról.

2. Beszámoló az OMBKE 2012. évi gazdálkodásáról

Előadó: dr. Gagyai Pálffy András ügyvez. ig.

Felkért hozzászólók: Boza István könyvvizsgáló, Szombatfalvy Rudolf, az EB elnöke.

Dr. Gagyai Pálffy András az írásos jelentést szóban foglalta össze (fontosabbak: a 2012. évi célkitűzések megvalósultak, a bevételek és költségek egyensúlyban voltak; a mérleg szerinti eredmény 455 E Ft; a tagdíjbefizetési arány csak 87,7%-os volt; jelentősebb támogatóink a MOL Nyrt. és a FÉMALK Zrt. volt, nagy segítséget nyújtott az OMYA Hungaria Kft. és az ISD DUNAFERR Zrt.; a lapkiadást a Miskolci Egyetem és a Dunajvárosi Főiskola is támogatta; csökkent a személyi jövedelemadó 1%-ából származó bevétel.

V. 44/2013. 03. 26. határozat: „A választmány az egyesület 2012. évi gazdálkodásáról szóló jelentést elfogadja. A közhasznúsági jelentésről az Ellenőrző Bizottság véleményének meghallgatása után a soron következő választmányi ülésen dönt.”

3. Az OMBKE 2013. évi gazdálkodási terve

Előadó: dr. Gagyai Pálffy András ügyvezető igazgató

A terv a bevételek és a költségek egyensúlyát irányozza elő. Felhívta a figyelmet arra, hogy a bevételek akkor realizálhatók, ha a szakosztályok különös hangsúlyt fektetnek a pártoló tagok megnyerésére (az új civil törvény és az egyesület alapszabálya szerint az OMBKE-nek nincs ún. „jogi tagja”, hanem „pártoló jogi tagjai” vannak – a továbbiakban is ezt a meghatározást használjuk).

V. 45/2013. 03. 26. határozat: „A választmány az egyesület 2013. évi gazdálkodási tervét elfogadja.”

4. Javaslat a 2013. évi kitüntetések adományozására

Mivel több szakosztálytól nem érkezett értékelhető javaslat, ezért a választmány egyhangú véleménye alapján a napirendet a következő ülésre halasztották.

5. Javaslat az OMBKE Alapszabályának módosítására

Előadó: dr. Esztó Péter, az Alapszabály Bizottság elnöke.

Dr. Esztó Péter tájékoztatta a választmányt, hogy az új civil törvényhez kapcsolódó jogszabályok miatt módosítani kell az alapszabály szövegét.

V. 46/2013. 03. 26. határozat: „A Választmány elfogadja az Alapszabály

Bizottság elnökének az alapszabály módosítására vonatkozó jelentését. A közhasznú egyesületek alapszabályának szövegére a civil törvény és KIM rendelet által kötelező jelleggel előírtakat az alapszabályon átvezetve kell a 103. küldöttgyűlés elé terjeszteni.

A választmány egyetért azzal, hogy a módosítás alkalmával a közhasznúság hangsúlyozása érdekében rögzítésre kerüljenek az alapszabályban az egyesület tradicionális jellegét bemutató információk. Az ismertetett módosítások szövegéhez egy héten belül várja az Alapszabály Bizottság a szöveg-szerű észrevételeket.

Az Alapszabály Bizottság a soron következő választmányi ülésre ezen határozat alapján nyújtsa be a küldöttgyűlés elé terjesztendő szövegtervezetet.”

6. Egyebek

Dr. Nagy Lajos elnök a választmányi ülés végén 70. születésnapja alkalmából köszöntötte dr. Gagyai Pálffy András ügyvezető igazgatót.

(Készült dr. Gagyai Pálffy András jegyzőkönyve alapján)

A KFVSz Vízfúrási Helyi Szervezetének szakmai napja (Budapest, 2013. május 6.)

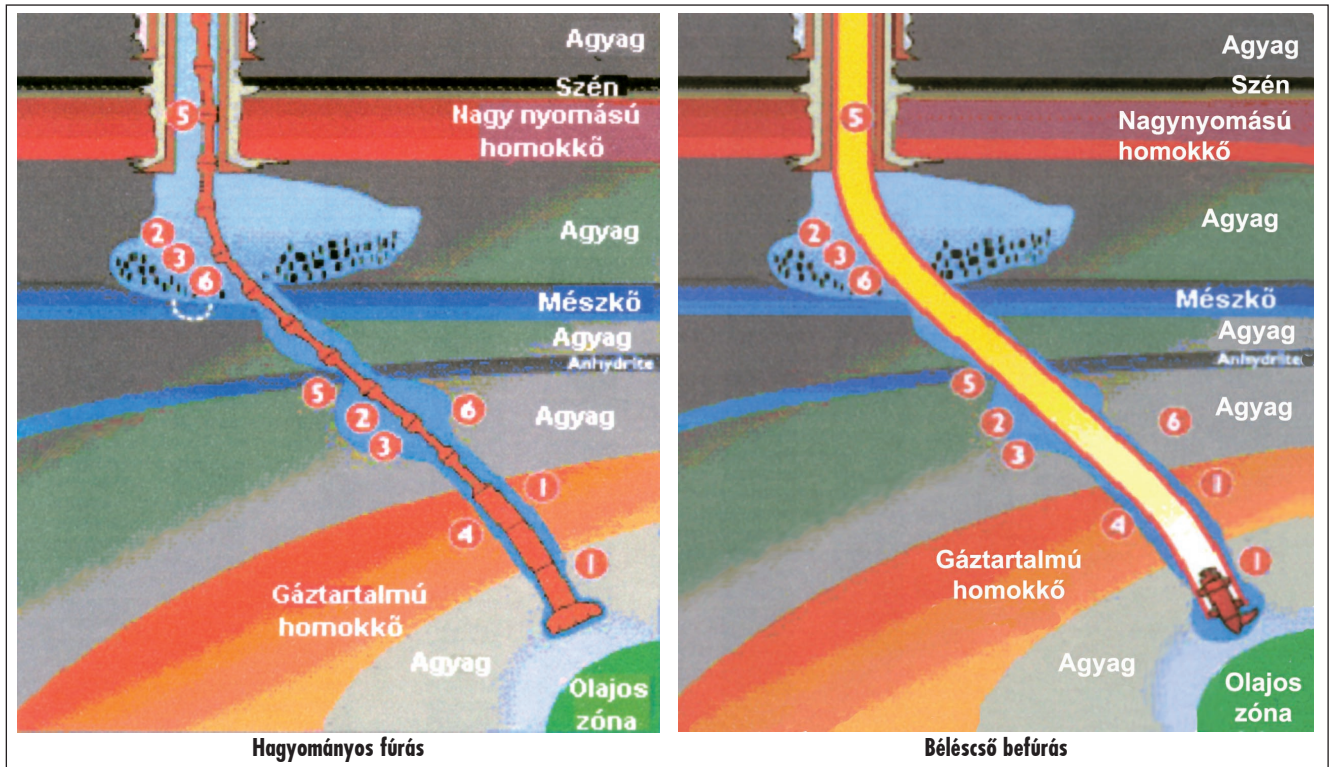
Az OMBKE Október 6. utcai székhelyén tartott előadóülésen Csath Béla gyémántokleveles bányamérnök, Egyesületünk tiszteleti tagja az első magyarországi rotary fúrási történetét ismertette „100 évvel ezelőtt dolgozott Magyarországon először – Izbugyarádványban – a „Parker-Rotary fúróberendezés” című előadásában.

A fúrásról a „Fúrómérnökök és Fúrótechnikusok Nemzetközi Szervezetének Lapja” 1913. évi 9. számában számolt be elsőként. A ritkaságszámba menő, teljesen új adatokat felelevenítő előadást a hallgatóság nagy érdeklődéssel és figyelemmel hallgatta.

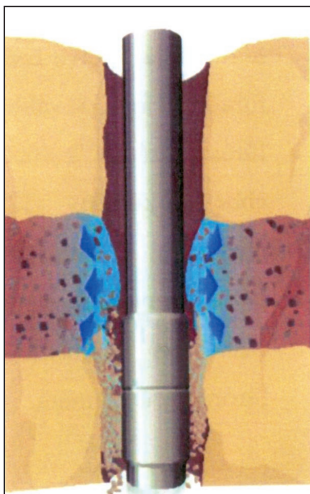
A mai Szlovákiai területén, a mai lengyel határhoz közel eső Izbugyarádvány (Radvaň nad Laborcom) község határában végzett fúrási történetéről készült cikket későbbi számunkban közöljük az előadó tollából.

(Horányi István)

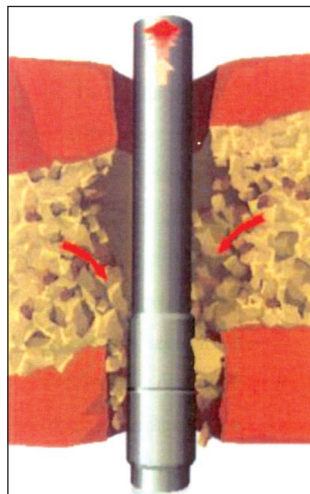
3. ábra: Hagyományos fúrásnál fellépő problémák és megoldásuk béléscső befűréssel



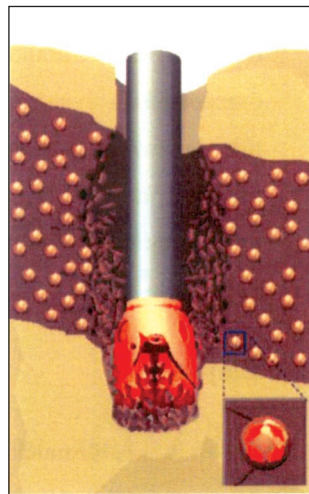
4. ábra: Duzzadó réteg



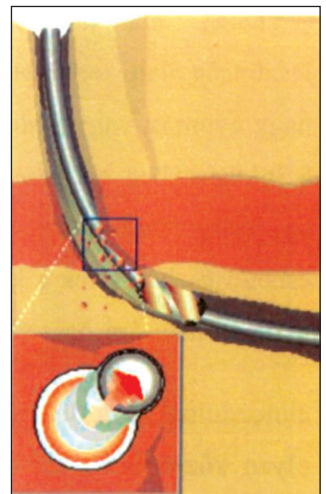
5. ábra: Omló réteg



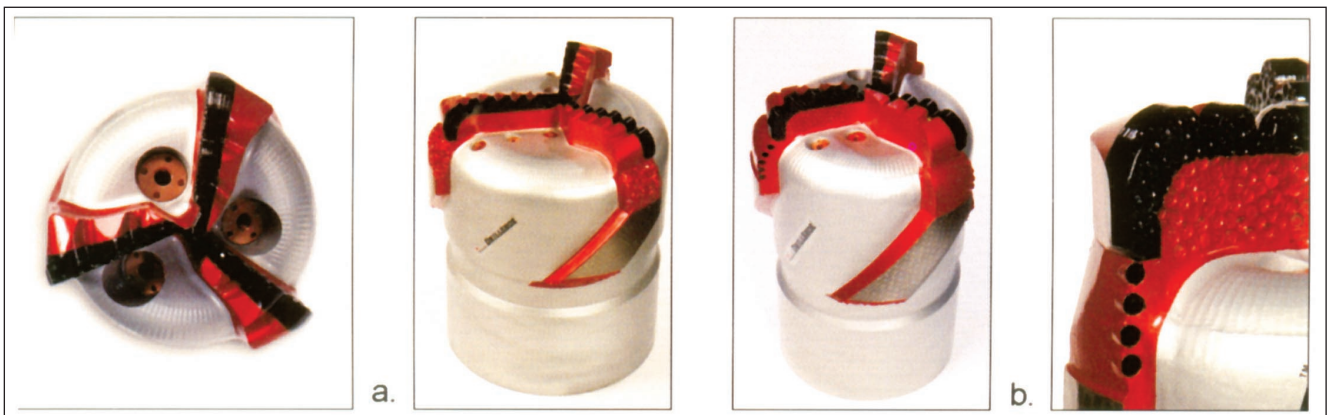
6. ábra: Kimosódás



7. ábra: Kulcslyukképződés



11. ábra: Weatherford béléscsőfúrók a) Drillshoe I Casing Bit (9 5/8"-20"), b) Drillshoe II Casing Bit (5"-20")





450 LE, 250 tonna



1350 LE, 650 tonna

a) Elektromos



460 LE, 250 tonna



1110 LE, 650 tonna

b) Hidraulikus